Guida tecnica

Guida alla realizzazione di un quadro ArTu

1STC802006D0901

Indice

1 Norme relative ai quadri e applicabilità 2
1.1 La Norma CEI EN 60439-1 3

2 Caratteristiche elettriche nominali di un quadro 4

3 Classificazione dei quadri elettrici
3.1 Quadri aperti e quadri chiusi 7
3.2 Configurazione esterna 7
3.3 Condizioni di installazione 7
3.4 Classificazione funzionale 8

4 Grado di protezione IP in un quadro 9
4.1 Grado di protezione IP nei quadri ArTu 10
4.2 Grado di protezione IP e ambiente di installazione 11
4.3 Grado di protezione IP e riscaldamento 12

5 Gradi di protezione IK degli involucri
5.1 Grado di protezione IK nei quadri ArTu 13

6 Forme di segregazione 14

7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu
7.1 Introduzione 15
7.2 Verifica termica e certificazione di un quadro ArTu di ABB SACE 16
7.3 Procedura per la verifica 18
7.4 Estratti da certificati di prova 23

8 Protezione dagli effetti del corto circuito
8.1 Verifica della tenuta al corto circuito 44
8.2 Corrente di corto e idoneità del quadro all'impianto 45
8.3 Scelta del sistema di distribuzione in relazione alla tenuta al corto circuito 47

9 Protezione contro le scosse elettriche
9.1 Protezione contro i contatti diretti 51
9.2 Protezione contro i contatti indiretti 51

10 Indicazioni pratiche per la realizzazione del quadro
10.1 Posizionamento degli interruttori 54
10.2 Ammaraggio dei conduttori in prossimità degli interruttori 56

11 Guida alla certificazione secondo la Norma CEI EN 60439-1
11.1 Introduzione 61
11.2 Prove e verifiche di tipo 62
11.3 Prove e verifiche individuali (collaudo del quadro) 64

12 Esempio di realizzazione di un quadro ArTu
12.1 Schema unifilare 68
12.2 Selezione degli interruttori e delle condutture esterne al quadro 69
12.3 Fronte quadro, sistema di distribuzione e carpenteria 69
12.4 Conformità alla Norma CEI EN 60439-1 72

Appendice A:
Certificati LOVAG ACAE 74

Appendice B:
Moduli per la dichiarazione di conformità e collaudo 92

1 Norme relative ai quadri e applicabilità

Un quadro elettrico deve essere considerato come un componente dell'impianto elettrico allo stesso modo di un interruttore o di una presa a spina. Esso risulta costituito dall'assieme di più apparecchiature di protezione e manovra raggruppate in uno o più contenitori adiacenti (colonne).
In un quadro si distinguono il contenitore, chiamato dalle norme involucro (che svolge la funzione di supporto e di protezione meccanica dei componenti contenuti), e l'equipaggiamento elettrico, costituito dagli apparecchi, dalle connessioni interne e dai terminali di entrata e di uscita per il collegamento all'impianto.

Tale complesso deve essere assiemato opportunamente in modo da soddisfare i requisiti di sicurezza ed adempiere in maniera ottimale alle funzioni per le quali è stato progettato.
Da questo punto di vista la legge 46/90 ed il relativo regolamento di attuazione impongono all'installatore di sottoscrivere, per ogni parte dell'impianto realizzato, una dichiarazione di conformità alla regola d'arte.

Come noto, per l'art.2 della legge 186 del 1 marzo del 1968, le apparecchiature e gli impianti realizzati in conformità alle norme del CEI si considerano a regola d'arte. Quindi, come tutti i componenti di un impianto elettrico, anche il quadro deve rispondere alla relativa Norma di prodotto. Attualmente tale Norma è la IEC 60439-1 (1999) + Am1 (2004) a livello internazionale recepita senza modifiche dalla corrispondente **CEI EN 60439-1 (2000)** a livello Italiano.

Queste norme si applicano ai quadri di Bassa tensione (la cui tensione nominale non sia superiore a 1000 V in corrente alternata con frequenza non superiore a 1000 Hz, oppure a 1500 V in corrente continua).
La CEI 60439-1 costituisce la parte generale per i quadri mentre le altre parti si riferiscono a quadri particolari e devono essere lette congiuntamente con la parte generale. Queste parti sono:

CEI EN 60439-2: "Prescrizioni particolari per i condotti barre";
CEI EN 60439-3: "Prescrizioni particolari per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)";
CEI EN 60439-4: "Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC)";
CEI EN 60439-5: "Cassette di distribuzione in cavo";

Esiste un'altra Norma italiana, la **CEI 23-51**, che tratta i quadri per uso domestico e similare. Questi ultimi quadri devono essere utilizzati in ambienti con determinate caratteristiche e destinati all'uso con tensione e corrente limitate a certi valori.

Altre due pubblicazioni del CEI sui quadri elettrici sono:

CEI 17-43 che rappresenta un metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per quadri ANS;
CEI 17-52 che rappresenta un metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito, mediante calcolo, di quadri ANS.

Nel 1999 il CEI ha pubblicato la guida **CEI 17-70**: questo documento ha lo scopo di fornire un'interpretazione "ufficiale" su alcuni punti importanti delle norme dei quadri elettrici in bassa tensione.

La presente guida, dopo una panoramica sulla normativa, tratta i quadri ArTu conformi alla Norma CEI EN 60439-1.

1.1 La Norma CEI EN 60439-1

La Norma CEI EN 60439-1 stabilisce i requisiti relativi alla costruzione, sicurezza e manutenibilità dei quadri elettrici, identificando le caratteristiche nominali, le condizioni ambientali di servizio, i requisiti meccanici ed elettrici e prescrizioni relative alle prestazioni.
Sono inoltre prescritte le prove di tipo ed individuali, le modalità per la loro esecuzione e i criteri di valutazione dei risultati.
La Norma richiede che i quadri siano realizzati riferendosi ad un ben identificato prototipo, sottoposto a tutte le prove di tipo richieste dalla Norma stessa. Con questa affermazione la Norma rende obbligatorio il prototipo di riferimento, ma consente di realizzare due tipologie di prodotti che così definisce:

- Apparecchiatura costruita in serie (AS), totalmente conforme al prototipo sottoposto a tutte le prove di tipo previste.
- Apparecchiatura costruita non in serie (ANS), non completamente conforme al prototipo di riferimento.

Per le apparecchiature ANS, la Norma ammette che alcune prove possano essere sostituite da estrapolazione, calcoli o altri metodi che il costruttore dimostri validi al fine di verificare le prestazioni del quadro.
Le verifiche mediante calcolo o misure semplificate, consentite in alternativa alle prove di tipo, riguardano:

- il riscaldamento,
- la tenuta al cortocircuito,
- l'isolamento.

La Norma ammette che alcune fasi del montaggio dei quadri siano realizzate fuori dell'officina del costruttore, attenendosi comunque alle sue istruzioni.
L'installatore può dunque utilizzare prodotti commercializzati in kit da assemblare per realizzare la configurazione di quadro a lui adatta.

La Norma stessa indica una suddivisione delle responsabilità tra costruttore e assemblatore attraverso la tabella 7: "Elenco delle verifiche e prove da eseguire sulle apparecchiature AS ed ANS", in cui vengono definite sia le prove di tipo che le prove individuali da effettuare sul quadro:
Il costruttore dovrà:

- eseguire le prove di tipo che verificano la rispondenza del prototipo alle prescrizioni della Norma
- fornire le istruzioni per la realizzazione del quadro e per il suo montaggio.

L'assemblatore avrà invece responsabilità:

- sulla scelta e sul montaggio dei componenti nel rispetto delle istruzioni fornite
- dovrà accertare la rispondenza alla Norma mediante le verifiche precedentemente citate nel caso il quadro si discosti dal prototipo provato
- dovrà eseguire le prove individuali su ogni esemplare realizzato.

La distinzione tra quadri AS e ANS non ha alcun peso sulla dichiarazione di conformità alla Norma, in quanto il quadro deve essere conforme ad essa.

Riportiamo ora l'elenco delle prove di tipo e delle prove individuali prescritte dalla Norma.

Prove di tipo	Prove individuali
La Norma prevede le seguenti prove di tipo: • limiti di sovratemperatura • tenuta alla tensione applicata • tenuta al cortocircuito • efficienza del circuito di protezione • distanze di isolamento • grado di protezione • funzionamento meccanico	La Norma prevede le seguenti prove individuali: • il controllo visivo del quadro, compreso il controllo del cablaggio, e, se necessario,una prova di funzionamento elettrico • una prova dielettrica • la verifica dei mezzi di protezione e della efficienza elettrica del circuito di protezione

Queste prove possono essere effettuate in qualsiasi ordine di successione.
Il fatto che le prove individuali siano effettuate nella fabbrica del costruttore, non esonera l'installatore del quadro dall'obbligo di verificare la stessa dopo il trasporto e l'installazione.

2 Caratteristiche elettriche nominali di un quadro

Vengono qui riportate le principali caratteristiche elettriche di un quadro.

Tensione nominale di impiego (Ue)
È il valore di tensione nominale di un circuito di un quadro che, insieme alla sua corrente nominale, ne determina l'utilizzazione. Per circuiti trifase tale tensione corrisponde alla concatenata tra le fasi.
Solitamente in un quadro esiste un circuito principale, con una propria tensione nominale, ed uno o più circuiti ausiliari con proprie tensioni nominali.
Il costruttore deve assegnare i limiti di tensione da rispettare per un corretto funzionamento dei circuiti presenti all'interno del quadro.

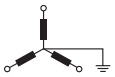
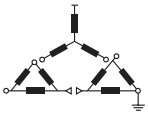
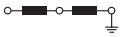
Tensione di isolamento nominale (Ui)
È il valore di tensione di un circuito di un quadro al quale fanno riferimento le prove di tensione applicata, le distanze in aria e le distanze superficiali.
La tensione nominale di ogni circuito non deve superare la sua tensione di isolamento nominale.

Tensione nominale di tenuta ad impulso (Uimp)
È il valore di picco di un impulso di tensione che un circuito può sopportare in condizioni specificate, a questo valore vengono riferite le distanze in aria. Questo valore deve essere uguale o superiore alle sovratensioni transitorie che si verificano nel sistema in cui l'apparecchiatura è inserita. Sotto questo punto di vista la Norma CEI EN 60439-1 propone due tabelle:

- la Tabella G1, riportata nella pagina seguente, indica i valori preferenziali di tensione nominale di tenuta di impulso nei diversi punti dell'impianto in funzione della tensione di impiego verso terra;
- la Tabella 13 fornisce il valore della tensione di prova corrispondente alla tensione di tenuta ad impulso in funzione dell'altitudine alla quale viene realizzata la prova.

2 Caratteristiche elettriche nominali di un quadro

Corrispondenza tra la tensione nominale del sistema di alimentazione e la tensione nominale di tenuta a impulso, in caso di protezione contro le sovratensioni con scaricatori conformi alla IEC 60099-1

Massimo valore di tensione nominale di impiego verso terra in AC (valore efficace) o DC [V]	Tensione nominale del sistema di alimentazione (≤ della tensione nominale di isolamento dell'apparecchio) [V]				Valori preferenziali della tensione nominale di tenuta a impulso [kV] (1,2 / 50 ms) a 2000 m			
					Categoria di sovratensione			
					IV	III	II	I
	 Corrente alternata (valore efficace) AC r.m.s.	 Corrente alternata (valore efficace) AC r.m.s.	Corrente alternata (valore efficace) o corrente continua AC r.m.s. o DC	 Corrente alternata (valore efficace) o corrente continua AC r.m.s. o DC	Livello inizio installazione (ingresso servizio)	Livello inizio circuito di distribuzione	Livello carichi	Livello protetto
50	–	–	12,5; 24; 25 30; 42; 48		1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/115	66	60	–	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115; 120; 127	110; 120	220-110 240-120	4	2,5	1,5	0,8
300	230/380; 230/400; 240/415; 260/440; 277/480	220; 230 240; 260 277	220	440-220	6	4	2,5	1,5
600	347/600; 380/660; 400/690; 415/720; 480/830	347; 380; 400 415; 440; 480 500; 577; 600	480	960-480	8	6	4	2,5
1000	–	660; 690; 720; 830; 1000	1000	–	12	8	6	4

I valori di tensione nominale di tenuta all'impulso forniti nella tabella sono basati sulle caratteristiche di funzionamento degli scaricatori in accordo con la IEC 60099-1.
Per casi in cui il controllo delle sovratensioni è ottenuto con mezzi diversi dagli scaricatori, la IEC 60364-4-443 fornisce delle informazioni sulla correlazione tra la tensione nominale del sistema di alimentazione e la tensione nominale di tenuta all'impulso dell'equipaggiamento.

2 Caratteristiche elettriche nominali di un quadro

Corrente nominale (In)
È il valore di corrente che un circuito deve portare mantenendo le sovratemperature, nelle sue parti, entro i limiti specificati nelle condizioni di prova previste (vedi punto 6).

Corrente ammissibile di breve durata (Icw)
È il valore efficace di corrente di cortocircuito che un circuito può sopportare per un determinato periodo di tempo (Normalmente 1 secondo) nelle condizioni convenzionali di prova.

Corrente ammissibile di picco (Ipk)
È il valore di picco della corrente di cortocircuito che il circuito di un quadro può sopportare durante un determinato intervallo di tempo e nelle condizioni convenzionali di prova

Corrente di cortocircuito condizionata (Icc)
È il valore della corrente presunta di cortocircuito, fissata dal costruttore, che il circuito, protetto da un apparecchio di protezione contro il cortocircuito specificato dal costruttore, può sopportare in modo soddisfacente durante il tempo di funzionamento di questo apparecchio nelle condizioni di prova specificate.

Fattore nominale di contemporaneità
Nel caso di un quadro (o di una colonna) avente diversi circuiti principali, esso è il rapporto tra il valore massimo della somma, in un momento qualsiasi, delle correnti effettive (Ib) che passano in tutti i circuiti principali considerati e la somma delle correnti nominali (In) di tutti i circuiti principali del quadro o della parte considerata di questa colonna.

$$\text{fattore nominale di contemporaneità} = \frac{\Sigma\, Ib}{\Sigma\, In}$$

Quando il costruttore assegna un fattore nominale di contemporaneità, questo fattore deve essere usato per la prova di sovratemperatura, altrimenti si fa riferimento a quello consigliato dalla Norma riportato qui sotto.

Numero dei circuiti principali	Fattore di contemporaneità
2 e 3	0,9
4 e 5	0,8
da 6 a 9 (compreso)	0,7
10 (e oltre)	0,6

Frequenza nominale
È il valore della frequenza al quale fanno riferimento le condizioni di funzionamento. Se i circuiti di un quadro sono previsti per valori diversi di frequenza, deve essere precisata la frequenza nominale di ogni circuito.

3 Classificazione dei quadri elettrici

Esistono differenti classificazioni per i quadri elettrici, che dipendono da diversi fattori: dalla tipologia costruttiva, dalla configurazione esterna, dalle condizioni di installazione, dalla funzione assolta.

3.1 Quadri aperti e quadri chiusi

In base alla tipologia costruttiva la Norma CEI EN 60439-1 distingue innanzitutto fra quadri aperti e chiusi.

- **Chiuso**
  Il quadro è chiuso quando comprende pannelli protetti su tutti i lati tali da garantire un grado di protezione dai contatti diretti non inferiore a IPXXB (vedi capitolo 4). I quadri impiegati negli ambienti ordinari devono essere chiusi.
- **Aperto**
  I quadri aperti, con o senza protezione frontale, sono i cosiddetti quadri a giorno, in cui le parti in tensioni sono accessibili. Tali quadri possono essere utilizzati soltanto nelle officine elettriche, ovvero in luoghi in cui è consentito l'accesso a personale addestrato.

3.2 Configurazione esterna

Sotto l'aspetto della configurazione esterna i quadri si distinguono in:

- **Ad armadio (colonna)**
  Utilizzati per grossi apparecchi di distribuzione e di comando; affiancando più armadi si ottengono quadri ad armadi multipli.
- **A banco**
  Utilizzati per il comando di macchine o di impianti complessi sia del settore dell'industria meccanica sia di quella siderurgica o chimica.
- **A cassetta**
  Caratterizzati dalla posa a parete sia sporgente sia incassata; questi quadri sono utilizzati soprattutto per la distribuzione a livello di reparto o di zona negli ambienti industriali e del terziario.
- **A cassetti multipli**
  Ogni cassetta, in genere di tipo protetto e con flangie di affrancamento, contiene un'unità funzionale che può essere un interruttore automatico, un avviatore, una presa completa di interruttore di blocco o di protezione.

3.3 Condizioni di installazione

Sotto l'aspetto delle condizioni di installazione i quadri si distinguono in:

- **Quadro per interno**
  Quadro destinato ad essere utilizzato in locali in cui siano verificate le condizioni Normali di servizio per interno, come specificato in 6.1 della CEI EN 60439-1, ovvero:

Condizioni ambientali di installazione per interno

Umidità relativa	Temperatura dell'aria	Altitudine
50% (alla temperatura massima di 40° C) 90% (alla temperatura massima di 20° C)	Temperatura massima ≤40° C Temperatura massima media in un periodo di 24 ore ≤35° C Temperatura minima ≥-5° C	Non superiore a 2000 m

- **Quadro per esterno**
  Quadro destinato ad essere utilizzato nelle Normali condizioni di servizio per installazioni all'esterno, come specificato in 6.1 della CEI EN 60439-1, ovvero:

Condizioni ambientali di installazione per esterno

Umidità relativa	Temperatura dell'aria	Altitudine
100% temporaneamente (alla temperatura massima di 25° C)	Temperatura massima ≤40° C Temperatura massima media in un periodo di 24 ore ≤35° C Temperatura minima ≥-25° C per climi temperati Temperatura minima ≥-50° C per climi artici	Non superiore a 2000 m

- **Quadro fisso**
  Quadro previsto per essere fissato sul luogo di installazione, per esempio sul pavimento o su un muro e per essere utilizzata in questo luogo.
- **Quadro spostabile**
  Quadro previsto per essere facilmente spostato da un luogo di utilizzo ad un altro.

3 Classificazione dei quadri elettrici

3.4 Classificazione funzionale

In relazione alle funzioni cui sono destinati, i quadri possono essere suddivisi nelle seguenti tipologie:

- **Quadri principali di distribuzione**
  I quadri principali di distribuzione sono in genere installati subito a valle dei trasformatori MT/BT o dei generatori. I quadri principali di distribuzione comprendono una o più unità di ingresso, eventuali congiuntori di barra ed un numero relativamente ridotto di unità di uscita.Vengono anche chiamati ***Power Center (PC)***.

- **Quadri secondari di distribuzione**
  I quadri secondari comprendono una vasta categoria di quadri destinati alla distribuzione dell'energia e sono dotati solitamente di una unità di ingresso e di numerose unità di uscita.

- **Quadri di manovra motori**
  I quadri di manovra motori sono destinati al comando e alla protezione centralizzata dei motori: comprendono quindi le relative apparecchiature coordinate di manovra e protezione e quelle ausiliarie di comando e segnalazione.
  Vengono anche chiamati ***Motor control center (MCC)***.

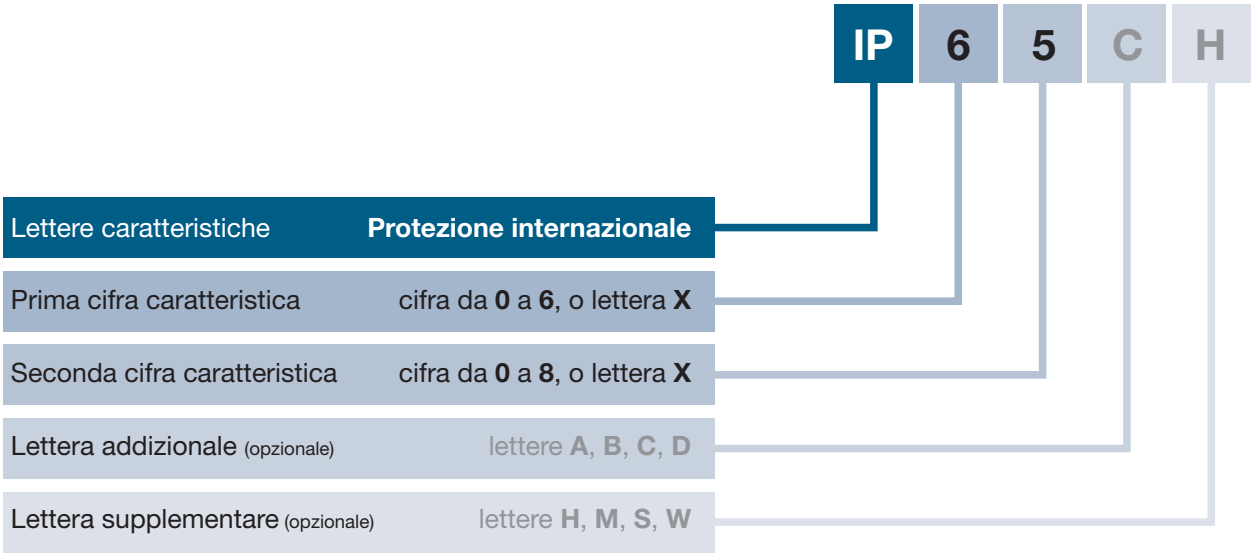
- **Quadri di comando, misura e protezione**
  I quadri di comando, misura e protezione sono in genere costituiti da banchi che contengono prevalentemente apparecchiature destinate al comando, controllo e misura di impianti e processi industriali.

- **Quadri a bordo macchina**
  I quadri a bordo macchina sono funzionalmente simili ai precedenti; hanno il compito di consentire l'interfacciamento della macchina con la sorgente di energia elettrica e con l'operatore.

- **Quadri per cantiere**
  I quadri per cantiere hanno varie dimensioni, che vanno dalla semplice unità di prese a spina a veri e propri quadri di distribuzione in involucro metallico o in materiale isolante. Sono generalmente di tipo mobile o comunque trasportabile.

4 Grado di protezione IP in un quadro

Il grado di protezione IP indica il livello di protezione dell'involucro contro l'accesso a parti pericolose, contro la penetrazione di corpi solidi estranei e contro l'ingresso di acqua.
Il codice IP è il sistema di identificazione dei gradi di protezione, conformemente a quanto prescritto nella Norma CEI EN 60529.



Riportiamo anche in dettaglio il significato delle diverse cifre e lettere:

		Protezione dell'apparecchiatura	Contro l'accesso a parti pericolose con:
Prima cifra Caratteristica (ingresso di corpi solidi)	**0**	non protetto	non protetto
	1	≥ 50 mm di diametro	dorso della mano
	2	≥ 12,5 mm di diametro	dito
	3	≥ 2,5 mm di diametro	attrezzo
	4	≥ 1 mm di diametro	filo
	5	protetto contro la polvere	filo
	6	totalmente protetto contro la polvere	filo
Seconda cifra caratteristica (penetrazione dell'acqua)	**0**	non protetto	
	1	caduta verticale	
	2	caduta di goccie d'acqua (inclinazione 15°)	
	3	pioggia	
	4	spruzzi d'acqua	
	5	getti d'acqua	
	6	getti potenti (simili a ondate marine)	
	7	immersione temporanea	
	8	immersione continua	
Lettera addizionale (opzionale)	**A**		dorso della mano
	B		dito
	C		attrezzo
	D		filo
Lettera supplementare (opzionale)	**H**	Apparecchiatura ad alta tensione	
	M	Prova con acqua con apparecchiatura in moto	
	S	Prova con acqua con apparecchiatura in moto	
	W	condizioni atmosferiche	

La lettera addizionale indica il grado di protezione per le persone contro l'accesso a parti pericolose.
Le lettere addizionali sono usate solo:
- se la protezione effettiva contro l'accesso a parti pericolose è superiore a quella indicata dalla prima cifra caratteristica;
- oppure se è indicata solo la protezione contro l'accesso a parti pericolose, la prima cifra caratteristica viene allora sostituita con una X.

Questa protezione superiore potrebbe essere fornita, per esempio, da barriere, da aperture di forma adeguata o da distanze interne delle parti pericolose dall'involucro.

4 Grado di protezione IP in un quadro

4.1 Grado di protezione IP nei quadri ArTu

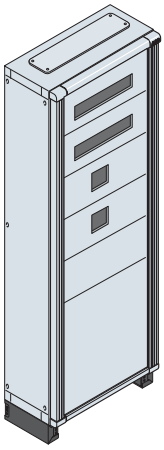
Per quando riguarda i quadri, se non diversamente specificato dal costruttore, il grado di protezione vale per l'intero quadro, montato ed installato come nell'uso ordinario (a porta chiusa). Il costruttore può inoltre indicare i gradi di protezione relativi a particolari configurazioni che si possono presentare in esercizio, come ad esempio il grado di protezione a porte aperte e quello ad apparecchi asportati o estratti.

Per i quadri chiusi la Norma richiede almeno il grado di protezione IP 2X o IPXXB.

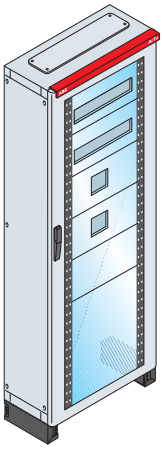
Riportiamo ora i gradi di protezione ottenibili con quadri ArTu di ABB SACE.

ArTu L

IP31
Senza porta

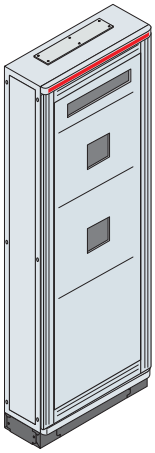


IP43
Con porta



ArTu M

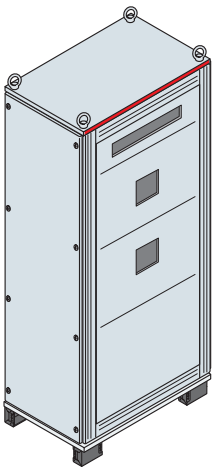
IP31
Senza porta



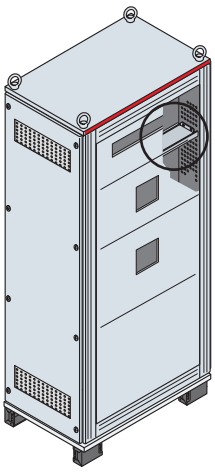
IP65
Con porta

ArTu K

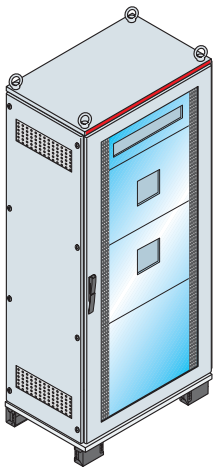
IP31
Senza porta



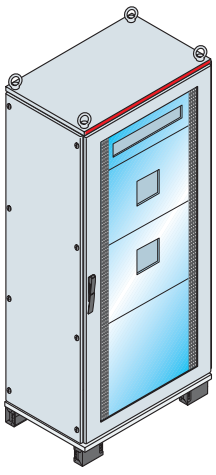
IP41
Senza porta con kit IP41



IP41
Con porta e pannelli laterali aerati



IP65
Con porta e pannelli ciechi



4.2 Grado di protezione IP ed ambiente di installazione

Allo stato attuale non esiste una Normativa che metta in relazione il grado di protezione IP e l'ambiente nel quale viene inserito il quadro, a meno di ambienti particolari con pericolo di esplosione (CEI 64-2).

A titolo indicativo viene riportata questa tabella ricavata dalla guida UTE C 15-103 che mette in relazione gli ambienti ed i gradi di protezione dei quadri ArTu di ABB SACE

Si ricorda che i quadri ArTu di ABB SACE sono quadri per interno.

Stabilimenti industriali	IP31-41	IP43	IP65
accumulatori (fabbricazione)		•	
acidi (fabbricazione e deposito)		•	
alcolici (deposito)		•	
alcool (fabricazione e deposito)		•	
alluminio (fabricazione e deposito)			•
animali (allevamento)			•
asfalto bitume (deposito)			•
birrifici			•
calce (forni a)			•
carbone (magazzini)			
carburanti (fabbricazione e deposito)			•
carta (deposito)	•		
carta (fabbricazione)		•	•
carta (preparazione dell'impasto)			•
cartone (fabbricazione)		•	
catene di imbottigliamento			•
catrame (trattamento)		•	
cave			•
celluloide (fabbricazione di oggetti)	•		
cellulosa (fabbricazione)			•
cementifici			•
cloro (frabbricazione e deposito)		•	
cokerie			•
colle (fabbricazione)		•	
combustibili liquidi (depositi)		•	
concerie			•
concimi (fabbricazione e deposito)			•
cromatura (fabbriche di)		•	
decapaggio			•
detergenti (fabbricazione)			•
distilllerie		•	
elettrolisi		•	
esplosivi (fabbricazione e deposito)			•
falegnamenrie			•
ferramenta (fabbricazione)	•		
ferro (fabbricazione e trattamento)			•
filande			•
formaggerie			•
gas (fabbriche e deposito)	•		
gessi (fabbricazione e deposito)			•
gommapiuma (fabbricazione, trasformazione)			•
granaglie (fabbriche e deposito)			•
grassi (trattamento dei corpi grassi)			•
idrocarburi (estrazione)		•	•
inchiestri (fabbricazione)	•		

Stabilimenti industriali	IP31-41	IP43	IP65
incisione dei metalli		•	
lana (cardatura della)			•
latterie			•
lavanderie		•	•
lavatoi pubblici			•
legno (lavorazione del)			•
liquidi alogeni (impiego)	•		
liquidi infiammabili (deposito e impiego)	•		
liquori (frabbricazione)	•		
macchine (sale macchine)	•		
macellerie			•
magnesio (fabbricazione, lavorazione e deposito)	•		
materie plastiche (fabbricazione)			•
mattatoi			•
mattoni (fabbrica di)			•
metalli (trattamento dei metalli)		•	
motori termici (prove)	•		
munizioni (depositi)		•	
nichel (trattamento dei minerali)		•	
oli (estrazione)	•		
pelle (fabbricazione e deposito)	•		
pellicce (battitura)			•
pittura (fabbricazione e deposito)		•	
polverificio			•
prodotti chimici (fabbricazione)	•		•
profumi (fabbricazione e deposito)	•		
raffinerie di petrolio			•
rame (trattamento dei minerali)	•		
rifiuti (trattamento)			•
saldature		•	
salumifici			•
saponi (fabbricazione)	•		
segherie			•
seta e crine (preparazione)			•
silos di cereali o zucchero			•
soda (fabbricazione e deposito)		•	
tessuti (fabbricazione)			•
tintorie			•
tipografie	•		
vernici (fabbricazione e utilizzo)		•	
vestiti (depositi)	•		
vetrerie		•	
zinco (lavorazione dello zinco)	•		
zolfo (trattamento)			•
zuccherifici			•

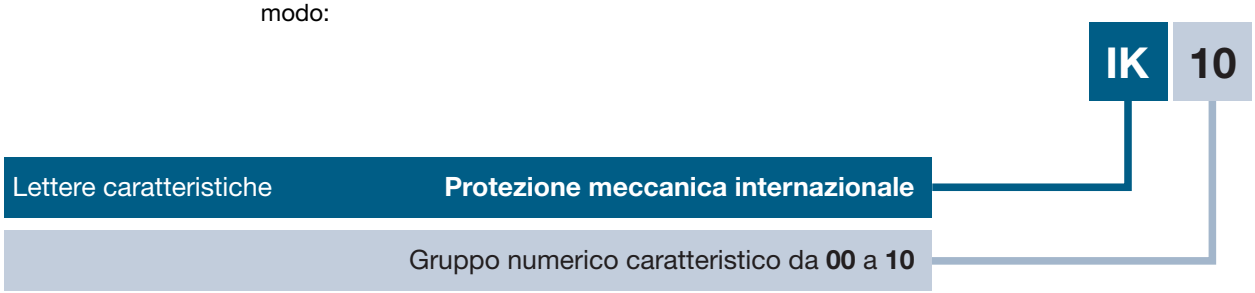
4 Grado di protezione IP in un quadro

4.3 Grado di protezione IP e riscaldamento

Il grado di protezione di un quadro influenza la capacità di smaltire il calore: più il grado di protezione è elevato tanto meno il quadro riesce a smaltire calore, per questa ragione si consiglia di utilizzare un grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione.
Per esempio, utilizzando un quadro ArTu K con portella e pannelli laterali areati si garantisce un grado di protezione pari a IP41, mentre se si utilizzano i pannelli laterali ciechi il grado diventa IP 65.

Entrambi i quadri garantiscono la non accessibilità agli interruttori tramite la porta frontale, il quadro con i pannelli laterali aerati permette però una miglior ventilazione rispetto al quadro con pannelli laterali ciechi. È quindi preferibile utilizzare il primo se l'ambiente d'istallazione lo permette.

Il grado IK indica il livello di protezione fornito dall'involucro all'apparecchiatura contro gli impatti meccanici dannosi, ed è verificato mediante metodi di prova Normalizzati.
Il codice IK è il sistema di codifica per indicare il grado di protezione fornito da un involucro contro gli impatti meccanici dannosi, conformemente a quanto prescritto nella Norma CEI EN 50102.
Il grado di protezione dell'involucro contro gli impatti viene indicato dal codice IK nel seguente modo:



Ciascun gruppo numerico caratteristico rappresenta un valore d'energia d'impatto come indicato in tabella:

Relazione tra il grado di protezione IK e l'energia di impatto

Codice IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Enegia di impatto joule	(*)	0,14	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20

(*) Non protetto secondo la seguente Norma.

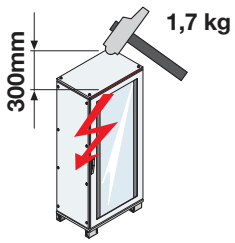
In genere il grado di protezione si applica all'involucro completo. Se parti dell'involucro hanno diversi gradi di protezione, questi ultimi devono essere indicati separatamente.

5.1 Grado di protezione IK dei quadri ArTu

Per quando riguarda i quadri ArTu il grado di protezione IK vale per l'intero quadro, montato ed installato come nell'uso ordinario (a porta chiusa).

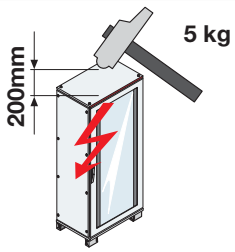
Riportiamo di seguito i gradi di protezione contro impatti meccanici esterni (codice IK) dei quadri della serie ArTu.

IK 08



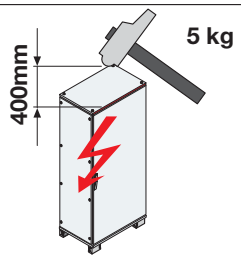
ArTu L
Energia di impatto in Joule **5,00**

IK 09
Con porta vetro



ArTu M - K
Energia di impatto in Joule **10,00**

IK 10
Con porta cieca



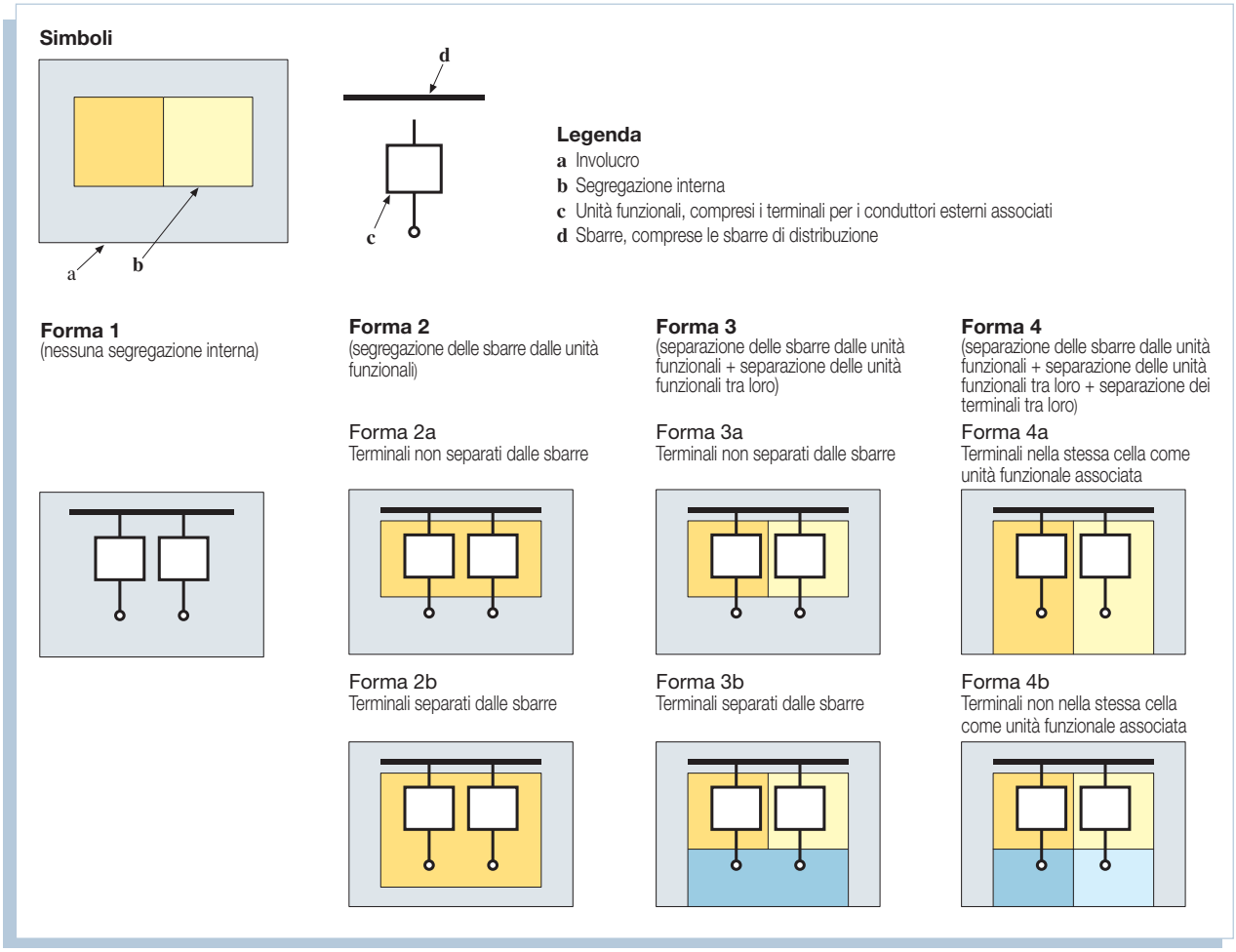
ArTu M - K
Energia di impatto in Joule **20,00**

6 Forme di segregazione

Per forma di segregazione si intende il tipo di suddivisione prevista all'interno del quadro. La segregazione mediante barriere o diaframmi (metallici o isolanti) può avere lo scopo di:

- assicurare la protezione contro i contatti diretti (almeno IPXXB), in caso d'accesso ad una parte del quadro posta fuori tensione, rispetto al resto del quadro rimasto in tensione
- ridurre la probabilità di innesco e di propagazione di un arco interno
- impedire il passaggio di corpi solidi fra parti diverse del quadro (grado di protezione almeno IP2X).

Per diaframma si intende l'elemento di separazione tra due celle, mentre la barriera protegge l'operatore dai contatti diretti e dagli effetti dell'arco degli apparecchi di interruzione nella direzione abituale di accesso.
La seguente tabella riportata nella Norma CEI EN 60439-1 evidenzia le forme tipiche di segregazione che si possono ottenere mediante l'utilizzo di barriere o diaframmi:


Simboli
a
b
c
d
Legenda
a Involucro
b Segregazione interna
c Unità funzionali, compresi i terminali per i conduttori esterni associati
d Sbarre, comprese le sbarre di distribuzione
Forma 1
(nessuna segregazione interna)
Forma 2
(segregazione delle sbarre dalle unità funzionali)
Forma 2a
Terminali non separati dalle sbarre
Forma 2b
Terminali separati dalle sbarre
Forma 3
(separazione delle sbarre dalle unità funzionali + separazione delle unità funzionali tra loro)
Forma 3a
Terminali non separati dalle sbarre
Forma 3b
Terminali separati dalle sbarre
Forma 4
(separazione delle sbarre dalle unità funzionali + separazione delle unità funzionali tra loro + separazione dei terminali tra loro)
Forma 4a
Terminali nella stessa cella come unità funzionale associata
Forma 4b
Terminali non nella stessa cella come unità funzionale associata

I quadri ABB SACE ArTu K possono, mediante kit, realizzare le seguenti forme di segregazione:

forma 1 nessuna segregazione.
forma 2 copre la forma 2a la forma 3a della Norma.
forma 3 copre la forma 3b della Norma
forma 4 copre la forma 4b della Norma

7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

7.1 Introduzione

La verifica dei limiti di sovratemperatura imposti dalla Norma CEI EN 60439-1 può essere effettuata tramite una prova di laboratorio oppure tramite estrapolazione partendo da dati sperimentali. La Norma CEI EN 60439-1 impone dei limiti di sovratemperatura che non devono essere superati quando si effettuata la prova di riscaldamento; queste sovratemperature si applicano considerando una temperatura ambiente che non deve superare i +40 °C ed il suo valore medio riferito ad un periodo di 24 ore non deve supera i +35 °C.

Parti del quadro	Sovratemperatura
Componenti incorporati tipo: apparecchi di manovra e protezione, sottoassiemi elettronici *(ponti raddrizzatori, circuiti stampati)*, parti di equipaggiamento (*per es. regolatore, alimentatore stabilizzato di potenza, amplificatore operazionale)*.	(*) In accordo con le norme relative ai componenti singoli, o, in assenza di tali norme, secondo le istruzioni del costruttore, tenendo in considerazione la temperatura interna dell'apparecchiatura.
Terminali esterni per conduttori isolati	70 K
Barre e conduttori, contatti di innesto di parti asportabili o estraibili che si collegano alle barre	Limitata da: · resistenza meccanica del materiale conduttore; · possibili influenze sull'apparecchiatura adiacente; · limite di temperatura ammissibile per i materiali isolanti a contatto con il conduttore; · influenza della temperatura del conduttore; sugli apparecchi ad esso connessi; · natura e trattamento superficiale del materiale dei contatti (per i contatti ad innesto).
Organi di comando manuale:	Di metallo 15 K Di materiale isolante 25 K *Per gli organi di comando manuale posti all'interno del quadro, accessibili solo dopo la sua apertura (ad es. manopole di emergenza, manopole di estrazione di uso poco frequente), sono ammesse sovratemperature più elevate.*
Involucri e coperture esterne accessibili	Superfici metalliche 30 K Superfici isolanti 40 K Salvo diversa indicazione, in caso di coperture e involucri accessibili ma che non richiedono di essere toccati in condizioni Normali di servizio, è ammesso aumentare i limiti di sovratemperatura di 10 K
Connessioni particolari del tipo presa a spina e spina	Determinata dai limiti fissati per i componenti dell'equipaggiamento di cui fanno parte

(*) Per quanto riguarda gli interruttori i limiti di sovratemperatura sono i seguenti:

70 K se al terminale è collegato un conduttore isolato.

85 K per i terminali degli interruttori ABB se a questi non sono collegati direttamente a conduttori isolati (la sovratemperatura di 85 K è sempre in riferimento alla temperatura ambiente esterna al quadro di 35°C).

7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

7.2 Verifica termica e certificazione di un quadro ArTu di ABB SACE

Scopo di questo documento è di fornire, per i quadristi che utilizzano la carpenteria ArTu di ABB SACE, un supporto che permetta la verifica delle sovratemperature all'interno dei quadri. Per fare ciò si è deciso di pubblicare parte dei tests report inerenti a prove di riscaldamento dei quadri.

Dal punto di vista della certificazione del quadro è possibile:

Certificare il quadro come **AS** quando si verificano le due seguenti condizioni

- fra le configurazioni riportate nel paragrafo 7.4 **ne esiste una simile** che, rispetto al quadro da realizzare, presenta varianti (o scostamenti) tali da **non modificare** in modo determinante le prestazioni
- come indicato nel paragrafo 7.3, la totale potenza dissipata del quadro da realizzare Pr risulta **inferiore** alla totale potenza dissipata dal quadro provato Pp.

Certificare il quadro come **ANS** quando si verificano le due seguenti condizioni

- fra le configurazioni riportate nel paragrafo 7.4 **ne esiste una simile** che, rispetto al quadro da realizzare, presenta varianti (o scostamenti) tali da **non modificare** in modo determinante le prestazioni
- la totale potenza dissipata dal quadro da relizzare Pr risulta **superiore** alla totale potenza dissipata dal quadro provato Pp ma la verifica della sovratemperatura illustrata nel paragrafo 7.3 porta ad un **risultato positivo**.

Certificare il quadro come **ANS** quando si verificano le due seguenti condizioni

- fra le configurazioni riportate nel paragrafo 7.4 **non ne esiste** una simile.
- il computo della totale potenza dissipata dagli apparecchi, confrontata con la potenza dissipabile dalla carpenteria (Catalogo generale quadri per distribuzione), porta ad una sovratemperatura che **è accettabile** per i circuiti elettrici e per i dispositivi interni al quadro, funzionanti alla corrente di normale impiego.

Il metodo consigliato in questo documento si basa sul calcolo della sovratemperatura dell'aria all'interno del quadro tramite la CEI 17-43.
Questa Norma specifica che il metodo di calcolo risulta applicabile solo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- la ripartizione della potenza dissipata all'interno dell'involucro è sostanzialmente uniforme;
- il quadro installato è disposto in modo da non ostacolare, se non in maniera modesta, la circolazione dell'aria;
- il quadro installato è previsto per DC o per AC fino a 60 Hz compresi, con la somma delle correnti dei circuiti di alimentazione non superiore a 3150 A;
- i conduttori che trasportano le correnti elevate e le parti strutturali sono disposti in modo che le perdite per correnti parassite siano trascurabili;
- per gli involucri con aperture di ventilazione, la sezione delle aperture d'uscita dell'aria è almeno 1,1 volte la sezione delle aperture di entrata;
- non ci sono più di tre diaframmi orizzontali nell'ANS o in uno dei suoi scomparti;
- qualora gli involucri con aperture esterne di ventilazione siano suddivisi in celle, la superficie delle aperture di ventilazione in ogni diaframma interno orizzontale deve essere almeno uguale al 50% della sezione orizzontale della cella.

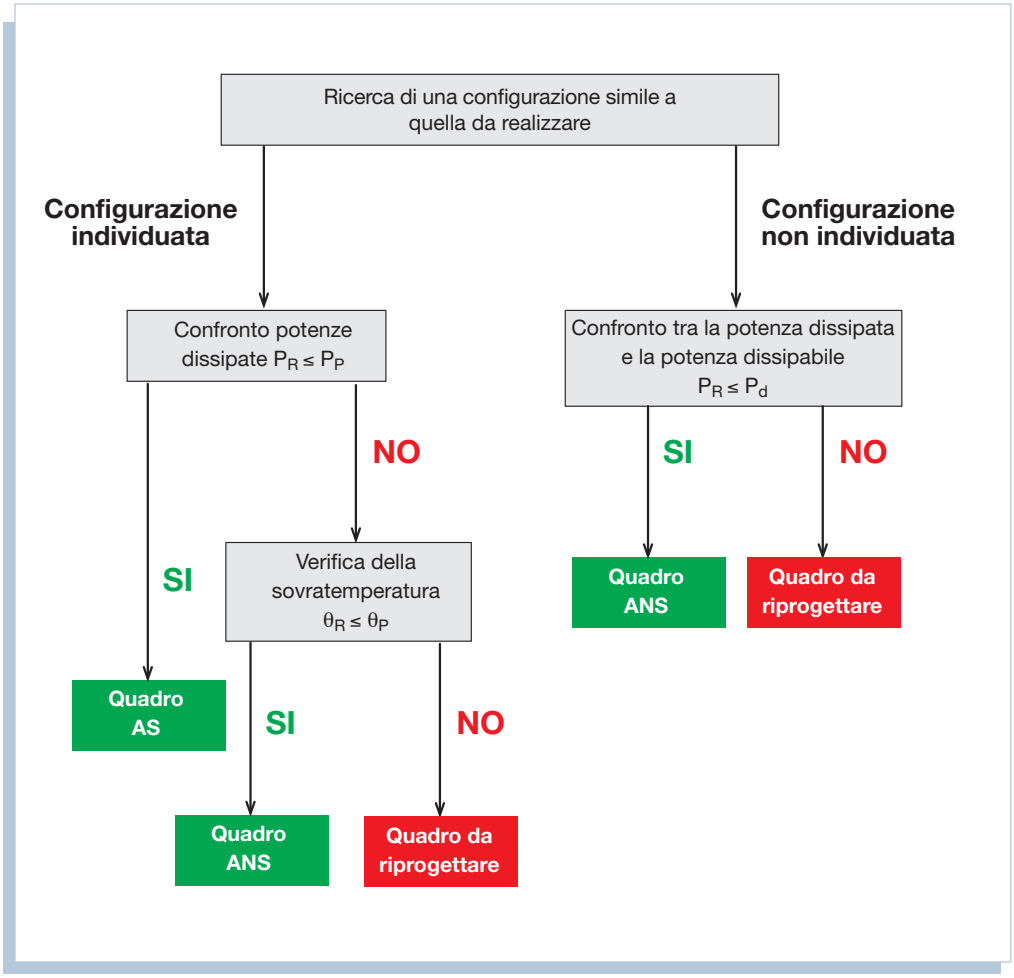
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Nelle applicazioni con quadri segregati non tutte queste ipotesi risultano soddisfatte.
Si è deciso di utilizzare comunque questo metodo di calcolo in quanto:

a) il metodo, valido anche per quadri in materiale isolante, risulta conservativo nel caso di carpenteria metallica

b) la verifica che si consiglia di effettuare non si basa solo sul valore di sovratemperatura ottenuta mediante il calcolo. Il metodo di calcolo della 17-43 è, infatti, utilizzato solo per un confronto tra due configurazioni simili.

Certificazione e verifica dei limiti di sovratemperatura



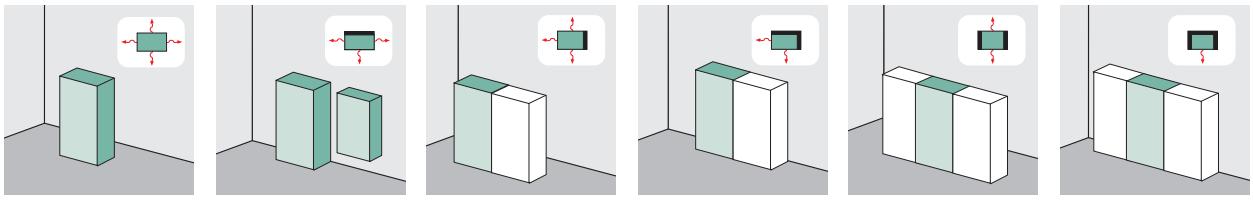
7.3 Procedura per la verifica

Selezione di un quadro provato simile al quadro da realizzare

Per prima cosa si deve selezionare, tra le configurazioni riportate, quella più simile al quadro da progettare.
Questa similitudine deve essere in: dimensioni del quadro, tipo e numero di apparecchiature, grado di protezione, forma di segregazione, valore delle correnti nei diversi apparecchi durante la prova, modalità di installazione (esposto, a muro, coperto su un lato...).
Risulta ovvio che sono accettabili le seguenti diversità:

- grado di protezione e forma di segregazione inferiori del quadro da realizzare rispetto al quadro provato;
- dimensioni lineari maggiori del quadro da realizzare rispetto al quadro provato;
- numero di apparecchiature all'interno del quadro da realizzare inferiore al numero di apparecchiature all'interno del quadro provato;
- modalità di installazione tale da permettere un migliore smaltimento del calore del quadro da realizzare rispetto a quello provato.

Riportiamo qui sotto le diverse modalitaà di installazione considerate nella Norma CEI-1743



Involucro separato esposto su tutti i lati | Involucro separato montaggio a muro | Primo o ultimo involucro esposto | Primo o ultimo involucro montaggio a muro | Involucro centrale esposto | Involucro centrale montaggio a muro

Confronto tra le potenze dissipate all'interno dei due quadri

Selezionata la configurazione provata più idonea allo studio si deve effettuare il confronto tra la potenza dissipata dal quadro da realizzare (Pr) e la potenza dissipata dal quadro provato (Pp).
(Per il calcolo delle potenze dissipabili vedi i paragrafi successivi)

Se risulta che:
$Pr \leq Pp$
il quadro da realizzare può essere considerato conforme (AS)

Se viceversa :
$Pr > Pp$
occorre passare al calcolo della sovratemperatura dell'aria all'interno del quadro.

Calcolo delle potenze dissipate all'interno del quadro

Affinché sia possibile effettuare il confronto tra le potenze dissipate, la metodologia di calcolo deve essere identica per entrambi i quadri.
Il calcolo delle potenze dissipate riportate nelle configurazioni presentate è realizzato tenendo conto delle effettive potenze dissipate dai diversi componenti:

Interruttori
Date le potenze dissipate alla corrente nominale (I_n), riportate nella seguente pagina, e la corrente che effettivamente attraversa gli interruttori (I_b) si può determinare la potenza effettivamente dissipata dagli apparecchi:

$$P(I_b) = P(I_n) \left(\frac{I_b}{I_n}\right)^2$$

I valori cosi determinati devono essere maggiorati per un fattore che dipende dal tipo di interruttore. Questo coefficiente serve a tener conto dei collegamenti che portano corrente agli interruttori.

Tipologia di interruttore	Aperti e grossi scatolati (S8-S7)	Scatolati	Modulari
Coefficiente maggiorativo (C)	1,3	1,5	2

Potenze dissipate - interruttori scatolati Tmax e Isomax

Relé	In[A]	Totale (3/4 poli) potenza dissipata [W] T11P F	T1 F	T2 F	T2 P	T3 F	T3 P	T4 F	T4 P/W	T5 F	T5 P/W	S6 F	S6 W	S7 F	S7 W	S8 F
	1			4,5	5,1											
	1,6			6,3	7,5											
	2			7,5	8,7											
	2,5			7,8	9											
	3,2			8,7	10,2											
	4			7,8	9											
	5			8,7	10,5											
	6,3			10,5	12,3											
	8			8,1	9,6											
	10			9,3	10,8											
	12,5			3,3	3,9											
	16	1,5	4,5	4,2	4,8											
TMF	20	1,8	5,4	5,1	6			10,8	10,8							
TMD	25	2	6	6,9	8,4											
TMA	32	2,1	6,3	8,1	9,6			11,1	11,1							
TMG	40	2,6	7,8	11,7	13,8											
MF	50	3,7	11,1	12,9	15			11,7	12,3							
MA	63	4,3	12,9	15,3	18	12,9	15,3									
	80	4,8	14,4	18,3	21,6	14,4	17,4	13,8	15							
	100	7	21	25,5	30	16,8	20,4	15,6	17,4							
	125	10,7	32,1	36	44,1	19,8	23,7	18,6	21,6							
	160	15	45	51	60	23,7	28,5	22,2	27							
	200					39,6	47,4	29,7	37,2							
	250					53,4	64,2	41,1	52,8							
	320							61,8	81	40,8	62,7					
	400									58,5	93					
	500									86,4	110,1					
	630									132	169,8					
	800											93	119			
	10			1,5	1,8											
	25			3	3,6											
	63			10,5	12											
	100			24	27,2			5,1	6,9							
	160			51	60			13,2	18							
PR211	250							32,1	43,8							
PR212	320							52,8	72	31,8	53,7					
PR221	400									49,5	84					
PR222	630									123	160,8					
	800											96	125			
	1000													102	140	
	1250													160	220	
	1600													260	360	
	2000															200
	2500															315
	3200															500

Potenze dissipate - interruttori aperti Emax

	E1B-N F	E1B-N W	E2B-N F	E2B-N W	E2L F	E2L W	E3N-S-H F	E3N-S-H W	E3L F	E3L W	E4S-H F	E4S-H W	E6H-V F	E6H-V W
In=250	6	9	3	5	4	7	2	4	3	5				
In=400	16	24	7	13	11	17	6	9	9	13				
In=800	65	95	29	54	43	68	25	38	34	53				
In=1000	96	147	45	84	67	106	38	59	54	83				
In=1250	150	230	70	130	105	165	60	90	84	129				
In=1600			115	215	170	265	85	150	138	211				
In=2000			180	330			130	225	215	330	92	166		
In=2500							205	350	335	515				
In=3200							330	570			235	425	170	290
In=4000											360	660	265	445
In=5000													415	700
In=6300													650	1100

I valori indicati nelle tabelle si riferiscono a carichi equilibrati, con correnti nelle fasi pari a In, e sono validi per interruttori e per sezionatori sia tripolari che tetrapolari. Per questi ultimi la corrente nel neutro è nulla per definizione.

7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Barre di distribuzione

Le barre presenti nella colonna in esame devono essere considerate nel computo della potenza dissipata.
La lunghezza può essere determinata approssimativamente tramite ispezione del frontequadro.
La potenza dissipata da queste può essere determinata tramite la relazione:

$$P(I_b) = P(I_n) \left(\frac{I_b}{I_n}\right)^2 \cdot L_{tratto} \cdot 3$$

Dove:

$P(I_n)$ è la potenza dissipata per unità di lunghezza alla corrente nominale ed il suo valore è ricavabile dalla tabella B.2 della Norma CEI 17-43, sotto riportata, oppure da cataloghi del costruttore.

$(L_{tratto} \cdot 3)$ è la lunghezza del tratto di barra che attraversa la colonna in esame, moltiplicata per 3 volte essendo il circuito trifase.

Nei calcoli presenti in questo documento si è utilizzata la tabella B.2 della Norma CEI 17-43, considerando una temperatura dell'aria intorno alla barra pari ad 55°C.

Corrente di funzionamento e potenze dissipate delle sbarre nude, con disposizione verticale, senza connessioni dirette con l'apparecchio

Lunghezza x spessore	Sezione (Cu)	Temperatura massima ammessa dal conduttore: 85 °C															
		Temperatura dell'aria intorno ai conduttori all'interno dell'involucro 35 °C								Temperatura dell'aria intorno ai conduttori all'interno dell'involucro 55 °C							
		da 50 Hz a 60 Hz AC				DC e AC fino a 16 2/3 Hz				da 50 Hz a 60 Hz AC				DC e AC fino a 16 2/3 Hz			
		corrente di funzionamento	potenze dissipate (1)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (1)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (1)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (1)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (1)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (1)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (1)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (1)
mm x mm	mm ^{2}	A*	W/m	A**	W/m	A*	W/m	A**	W/m	A*	W/m	A**	W/m	A*	W/m	A**	W/m
12 x 2	23,5	144	19,5	242	27,5	144	19,5	242	27,5	105	10,4	177	14,7	105	10,4	177	14,7
15 x 2	29,5	170	21,7	282	29,9	170	21,7	282	29,9	124	11,6	206	16,0	124	11,6	206	16,0
15 x 3	44,5	215	23,1	375	35,2	215	23,1	375	35,2	157	12,3	274	18,8	157	12,3	274	18,8
20 x 2	39,5	215	26,1	351	34,8	215	26,1	354	35,4	157	13,9	256	18,5	157	12,3	258	18,8
20 x 3	59,5	271	27,6	463	40,2	271	27,6	463	40,2	198	14,7	338	21,4	198	14,7	338	21,4
20 x 5	99,1	364	29,9	665	49,8	364	29,9	668	50,3	266	16,0	485	26,5	266	16,0	487	26,7
20 x 10	199	568	36,9	1097	69,2	569	36,7	1107	69,6	414	19,6	800	36,8	415	19,5	807	37,0
25 x 5	124	435	34,1	779	55,4	435	34,1	78	55,6	317	18,1	568	29,5	317	18,1	572	29,5
30 x 5	149	504	38,4	894	60,6	505	38,2	899	60,7	368	20,5	652	32,3	369	20,4	656	32,3
30 x 10	299	762	44,4	1410	77,9	770	44,8	1436	77,8	556	27,7	1028	41,4	562	23,9	1048	41,5
40 x 5	199	641	47,0	1112	72,5	644	47,0	1128	72,3	468	25,0	811	38,5	469	24,9	586	38,5
40 x 10	399	951	52,7	1716	88,9	968	52,6	1796	90,5	694	28,1	1251	47,3	706	28,0	1310	48,1
50 x 5	249	775	55,7	1322	82,9	782	55,4	1357	83,4	566	29,7	964	44,1	570	29,4	989	44,3
50 x 10	499	1133	60,9	2008	102,9	1164	61,4	2141	103,8	826	32,3	1465	54,8	849	32,7	1562	55,3
60 x 5	299	915	64,1	1530	94,2	926	64,7	1583	94,6	667	34,1	1116	50,1	675	34,4	1154	50,3
60 x 10	599	1310	68,5	2288	116,2	1357	69,5	2487	117,8	955	36,4	1668	62,0	989	36,9	1814	62,7
80 x 5	399	1170	80,7	1929	116,4	1200	80,8	2035	116,1	858	42,9	1407	61,9	875	42,9	1484	61,8
80 x 10	799	1649	85,0	2806	138,7	1742	85,1	3165	140,4	1203	45,3	2047	73,8	1271	45,3	1756	74,8
100 x 5	499	1436	100,1	2301	137,0	1476	98,7	2407	121,2	1048	53,3	1678	72,9	1077	52,5	1756	69,8
100 x 10	999	1982	101,7	3298	164,2	2128	102,6	3844	169,9	1445	54,0	2406	84,4	1552	54,6	2803	90,4
120 x 10	1200	2314	115,5	3804	187,3	2514	115,9	4509	189,9	1688	61,5	2774	99,6	1833	61,6	3288	101,0

* un conduttore per fase ** due conduttori per fase (1) lunghezza singola

Cavi in entrata e in uscita dal quadro

La potenza dissipata dai tratti di cavo che entrano nel quadro deve essere conteggiata separatamente.
La variabilità della lunghezza di questi tratti fa sì che, in alcuni casi la loro potenza sia trascurabile, in altri sia determinante per il corretto calcolo della potenza dissipata all'interno del quadro.
La potenza dissipata da questi può essere determinata tramite la relazione:

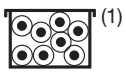
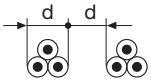
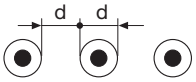
$$P(I_b) = P(I_n) \left(\frac{I_b}{I_n}\right)^2 \cdot L_{tratto} \cdot 3$$

Dove:

- $P(I_n)$ è la potenza dissipata per unità di lunghezza alla corrente nominale ed il suo valore è ricavabile dalla tab.B1 della Norma CEI 17-43, sotto riportata, oppure dai cataloghi del costruttore.
- $(L_{tratto} \cdot 3)$ è la lunghezza del tratto di cavo all'interno del quadro o della colonna in esame moltiplicata per 3 essendo il circuito trifase, questa lunghezza può essere determinata approssimativamente per ispezione del frontequadro.

Nei calcoli presenti in questo documento si è utilizzata la tabella B1 della Norma CEI 17-43, considerando una temperatura dell'aria intorno al cavo pari ad 55°C.

Corrente di funzionamento e potenze dissipate dei conduttori isolati

Sezione (Cu)	Temperatura massima ammessa del conduttore 70 °C											
	 (1)											
	Temperatura dell'aria intorno ai conduttori all'interno dell'involucro											
	35 °C		55 °C		35 °C		55 °C		35 °C		55 °C	
	corrente di funzionamento	potenze dissipate (2)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (2)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (2)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (2)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (2)	corrente di funzionamento	potenze dissipate (2)
mm ^{2}	A	W/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m
1,5	12	2,1	8	0,9	12	2,1	8	0,9	12	2,1	8	0,9
2,5	17	2,5	11	1,1	20	3,5	12	1,3	20	3,5	12	1,3
4	22	2,6	14	1,1	25	3,4	18	1,8	25	3,4	20	2,2
6	28	2,8	18	1,2	32	3,7	23	1,9	32	3,7	25	2,3
10	38	3,0	25	1,3	48	4,8	31	2,0	50	5,2	32	2,1
16	52	3,7	34	1,6	64	5,6	42	2,4	65	5,8	50	3,4
25					85	6,3	55	2,6	85	6,3	65	3,7
35					104	7,5	67	3,1	115	7,9	85	5,0
50					130	7,9	85	3,4	150	10,5	115	6,2
70					161	8,4	105	3,6	175	9,9	149	7,2
95					192	8,7	125	3,7	225	11,9	175	7,2
120					226	9,6	147	4,1	250	11,7	210	8,3
150					275	11,7	167	4,3	275	11,7	239	8,8
185					295	10,9	191	4,6	350	15,4	273	9,4
240					347	12,0	225	5,0	400	15,9	322	10,3
300					400	13,2	260	5,6	460	17,5	371	11,4

(1) Ogni disposizione desiderata, con i valori specifici, si riferisce a un gruppo di conduttori raggruppati in fascio (sei conduttori caricati al 100%)
(2) Lunghezza singola

7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Calcolo della sovratemperatura

Il valore della sovratemperatura all'interno del quadro può essere calcolato tramite gli strumenti software ABB SACE come il DMBWin oppure il DOCWin.
I parametri richiesti dal software sono i seguenti:

- dimensioni lineari del quadro (altezza, lunghezza, larghezza)
- modalità di installazione (esposto separato, separato a muro, ...)
- superficie di ingresso dell'aria
  (la Norma prescrive una superficie di uscita dell'aria almeno pari a 1,1 volte quella di entrata, se non risulta così allora la superficie di ingresso deve essere ridotta del 10 % rispetto a quella effettiva)
- temperatura ambiente
- numero di segregazioni orizzontali
- potenza dissipata totale

Con il medesimo metodo o strumento si calcola:

- la temperatura dell'aria a metà altezza e in cima al quadro da realizzare (Θ_R);
- la temperatura dell'aria a metà altezza e in cima al quadro provato (Θ_P).

Se risulta che:

$\Theta_R \leq \Theta_P$ sia in cima che a metà altezza, allora il quadro da realizzare risulta conforme (ANS);

$\Theta_R \geq \Theta_P$ o in cima o a metà altezza, allora il quadro da realizzare non può essere considerato conforme e si deve pensare a una sua riprogettazione.

Negli estratti da certificati di prova, presenti nel punto 7.4, sono riportate sia le temperature calcolate con il DMBWin sia le temperature misurate durante la prova. Queste ultime non devono essere utilizzate per il confronto.

Nota Bene

Per ottenere una temperatura dell'aria uguale o inferiore al quadro provato partendo da una potenza uguale o superiore del quadro da realizzare si può, compatibilmente ai vincoli progettuali:

- utilizzare carpenteria con dimensioni lineari maggiori
- posizionare il quadro in un ambiente climatizzato con temperatura ambiente inferiore ai 35°C medi
- utilizzare una modalità di installazione che permette una maggiore ventilazione del quadro
- utilizzare un dispositivo per la ventilazione forzata del quadro.

Questi parameri possono essere inseriti nel calcolo della sovratemperatura al fine di determinare la sovratemperatura all'interno del quadro da provare.
Non si può invece tenere conto del diverso grado di protezione, né tanto meno della diversa forma di segregazione per ottenere sovratemperature inferiori.

7.4 Estratti da certificati di prova

Nelle seguenti pagine sono riportati una serie di risultati ottenuti durante le prove di riscaldamento.
Ogni pagina contiene:
- schematizzazione del fronte quadro con il girobarre
- dettaglio delle barre passanti (lunghezza, sezione, corrente, potenza dissipata)
- dettaglio degli interruttori (modello, taglia, corrente, potenza dissipata, terminali, esecuzione)
- dettaglio dei cavi (lunghezza, sezione, corrente, potenza dissipata)
- temperature dell'aria misurate durante la prova.
- temperature dell'aria calcolate con il software di ABB DMBWin.

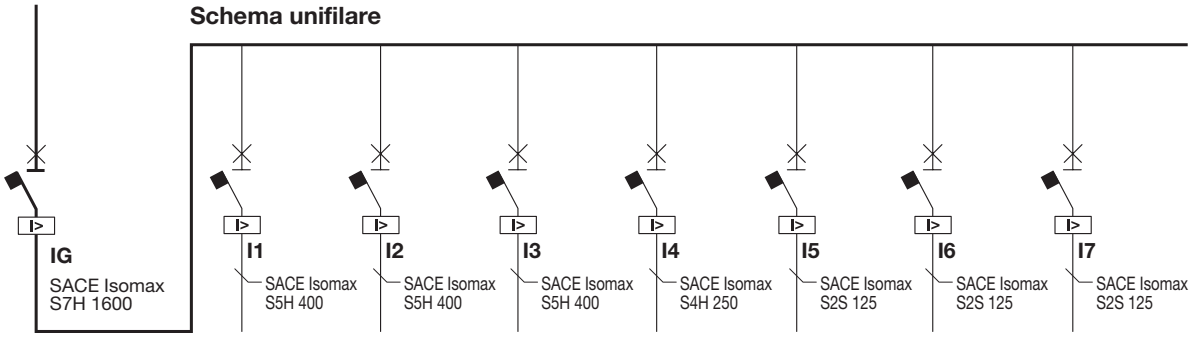
Nota Bene
Nei certificati di prova qui riportati sono presenti in prevalenza interruttori scatolati della serie Isomax. È possibile considerare equivalente dal punto di vista termico un quadro da realizzare con interruttori della serie Tmax ad un quadro provato con interruttori della serie Isomax di pari taglia e corrente nominale.

Equivalenza termica:
S1 → T1
S2 → T2
S3 → T3
S4 → T4
S5 → T5

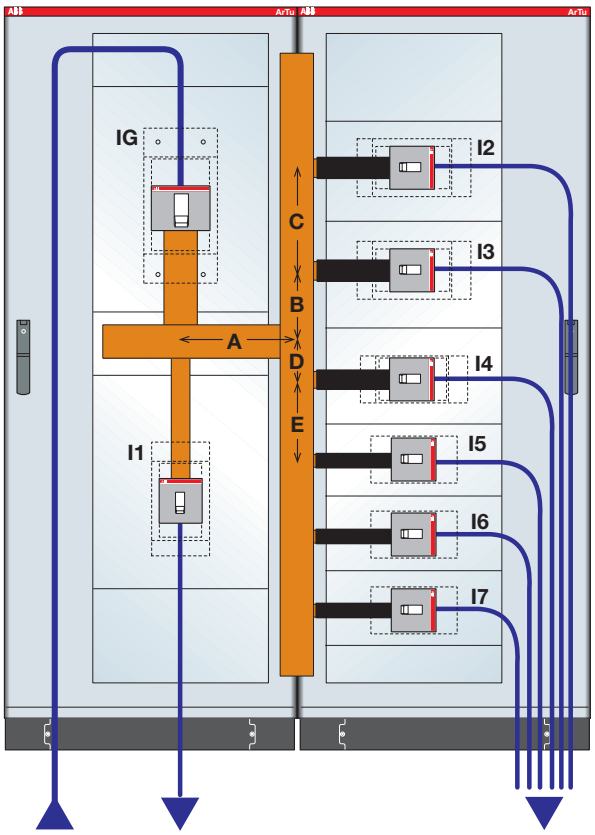
Ovviamente le potenze dissipate da utilizzare nel calcolo della Pr (potenza dissipata del quadro da realizzare) saranno quelle degli interruttori effettivamente impiegati.

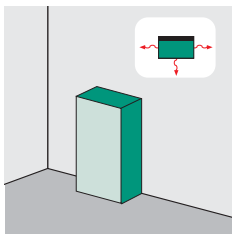
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In[A]	Ib[A]	P(Ib) [W]	P(Ib)xC [W]
IG	S7H1600 (F)	Posteriori	1600	1200	146,3	(x1,3)=190,1
I1	S5H 400 (F)	Posteriori	400	320	41,6	(x1,5)=62,4
I2	S5H 400 (F)	Posteriori	400	300	36,6	(x1,5)=54,8
I3	S5H 400 (F)	Posteriori	400	300	36,6	(x1,5)=54,8
I4	S4H 250 (F)	Posteriori	250	220	31	(x1,5)=46,5
I5	S2S 125 (F)	Posteriori	125	60	5,5	(x1,5)=8,3
I6	S2S 125 (F)	Posteriori	125	0	0	0
I7	S2S 125 (F)	Posteriori	125	0	0	0
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**417**

Barra	Sezione [mm]x[mm]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib	P(Ib) [W]
A	100x10	300	880	18
B	100x10	200	600	5,6
C	100x10	300	300	2,1
D	100x10	100	280	0,6
E	100x10	250	60	0,1
Totale potenza dissipata dalle barre				**26**

Cavo	Sezione [mm²]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib[A]	P(Ib) [W]
IG	3x240	2400	1200	341,3
I1	185	500	320	19,4
I2	185	2100	300	71,5
I3	185	1800	300	61,3
I4	120	1500	220	41,3
I5	35	1100	60	8,2
Totale potenza dissipata dalle barre				**543**

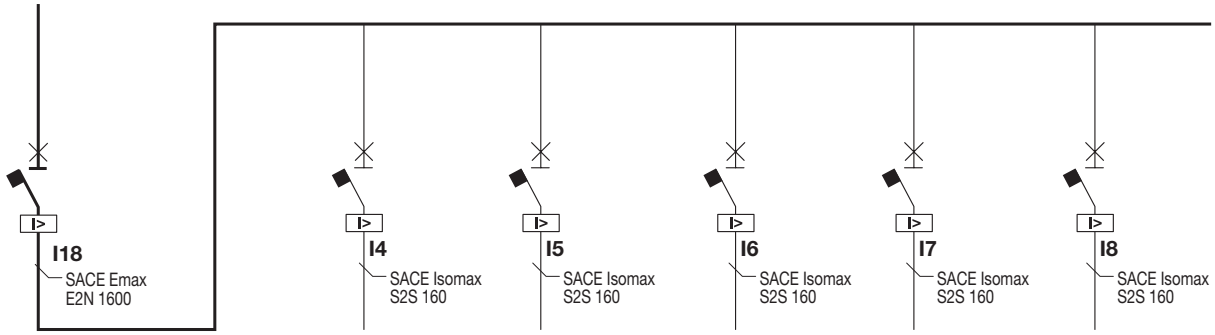
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			0 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	Sperim.
26	417	543	**986**	2000	1900	800	Esposto separato	2 m	54	53
								1 m	47	46
								Ambiente	24	24

Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

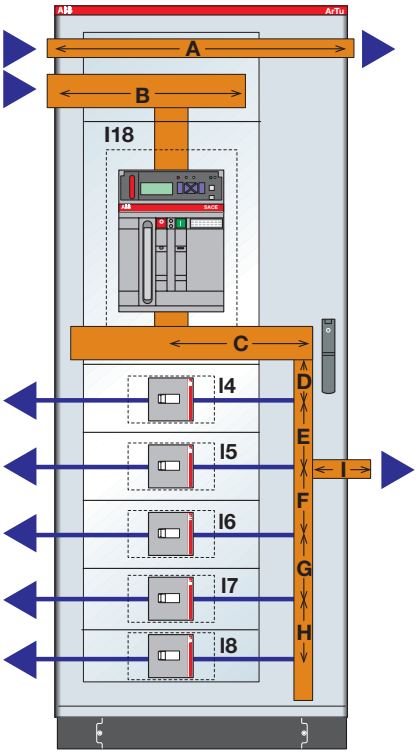
Test N° 1	
Struttura	**ArTu K**
Segregazione	**Non segregato**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Separato a muro**

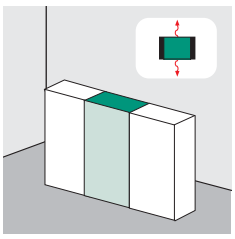
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
I18	E2N1600 (E)	Orizzontali	1600	1214	123,8	(x1,3)=160,9
I4	S2S 160 (F)	Posteriori	160	50	2,9	(x1,5)=4,4
I5	S2S 160 (F)	Posteriori	160	50	2,9	(x1,5)=4,4
I6	S2S 160 (F)	Posteriori	160	50	2,9	(x1,5)=4,4
I7	S2S 160 (F)	Posteriori	160	50	2,9	(x1,5)=4,4
I8	S2S 160 (F)	Posteriori	160	50	2,9	(x1,5)=4,4
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**183**

Barra	Sezione [mm] x [mm]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib	P (Ib) [W]
A	80x10	950	800	57,1
B	3x(60x10)	360	1214	21,2
C	3x(60x10)	480	1214	28,2
D	80x10	100	1214	13,8
E	80x10	200	1164	25,5
F	80x10	200	150	trascurabile
G	80x10	200	100	trascurabile
H	80x10	200	50	trascurabile
I	80x10	70	964	6,1
Totale potenza dissipata dalle barre				**152**

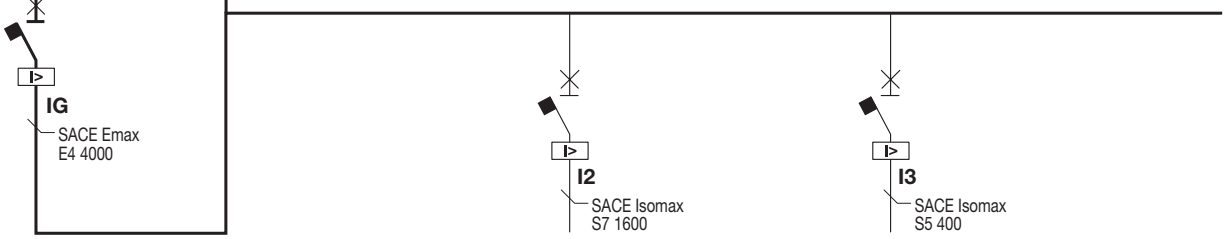
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			3 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	Sperim.
152	183	0	**335**	2000	950	1000	Coperto su due lati	In Alto	48	46
								Metà	43	34
								Aria	24	24

Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

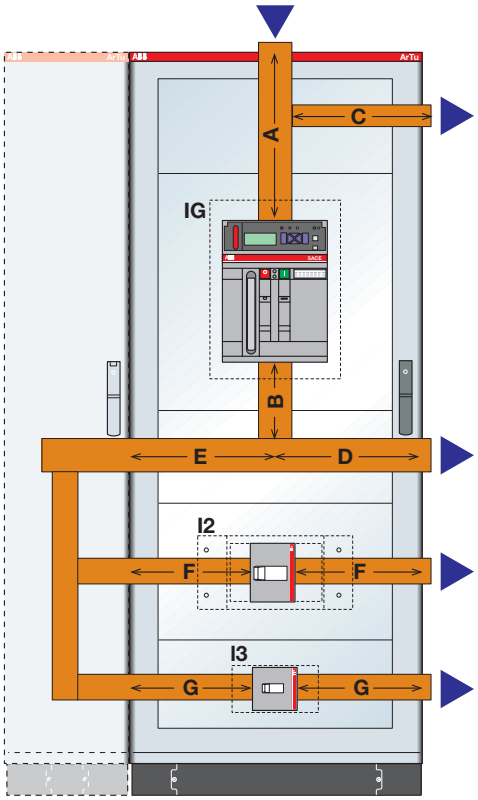
Test N° 2	
Struttura	**ArTu K**
Segregazione	**Forma 3a**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Involucro centrale esposto**

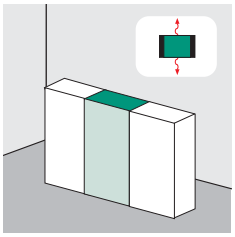
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
IG	E4 4000 (E)	Orizzontali	4000	3200	422,4	(x1,3)=549,1
I2	S7 1600 (F)	Posteriori	1600	266	7,2	(x1,3)=9,3
I3	S5 400 (F)	Posteriori	400	120	5,9	(x1,5)=8,8
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**567**

Barra	Sezione [mm] x [mm]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib	P (Ib) [W]
C	80x10	460	800	27,6
D	3x(200x10)	460	1214	8,8
E	3x(200x10)	460	1986	23,5
Totale potenza dissipata dalle barre				**60**

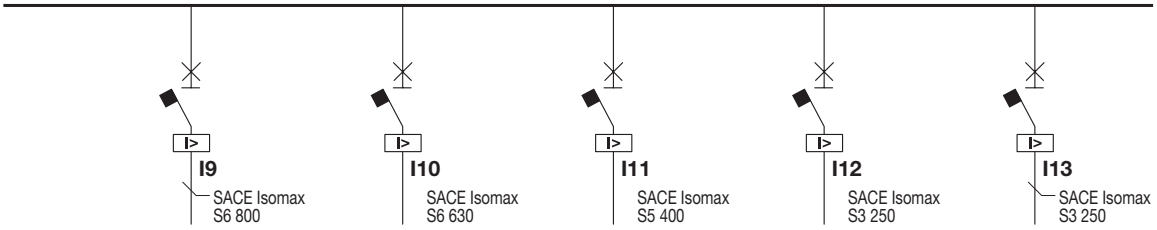
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			3 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	Sperim.
60	567	-	**627**	2000	950	1000	Coperto su due lati	In Alto	64	61
								Metà	55	49
								Aria	24	24

Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

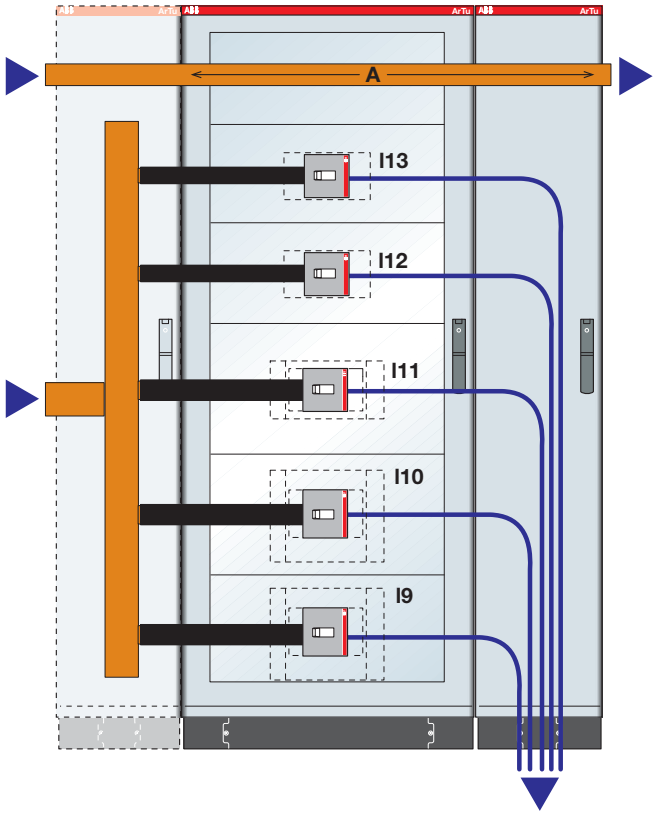
Test N° 3	
Struttura	**ArTu K**
Segregazione	**Forma 3a**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Involucro centrale esposto**

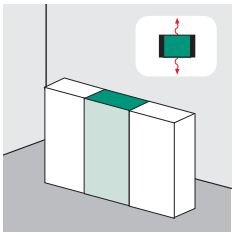
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
I9	S6 800 (F)	Posteriori	800	320	14,9	(x1,5)=22,3
I10	S6 630 (F)	Posteriori	630	252	14,7	(x1,5)=22,1
I11	S5 400 (F)	Posteriori	400	160	10,4	(x1,5)=15,6
I12	S3 250 (F)	Posteriori	250	100	8	(x1,5)=12
I13	S3 250 (F)	Posteriori	250	100	8	(x1,5)=12
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**84**

Barra	Sezione [mm] x [mm]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib	P (Ib) [W]
A	80x10	1040	800	62,5
Totale potenza dissipata dalle barre				**63**

Cavo	Sezione [mm²]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib[A]	P(Ib) [W]
I9	185	500	320	19,4
I10	150	900	252	26.4
I11	70	1300	160	32.6
I12	35	1600	100	33,1
I13	35	1900	100	39,5
Totale potenza dissipata dai cavi				**151**

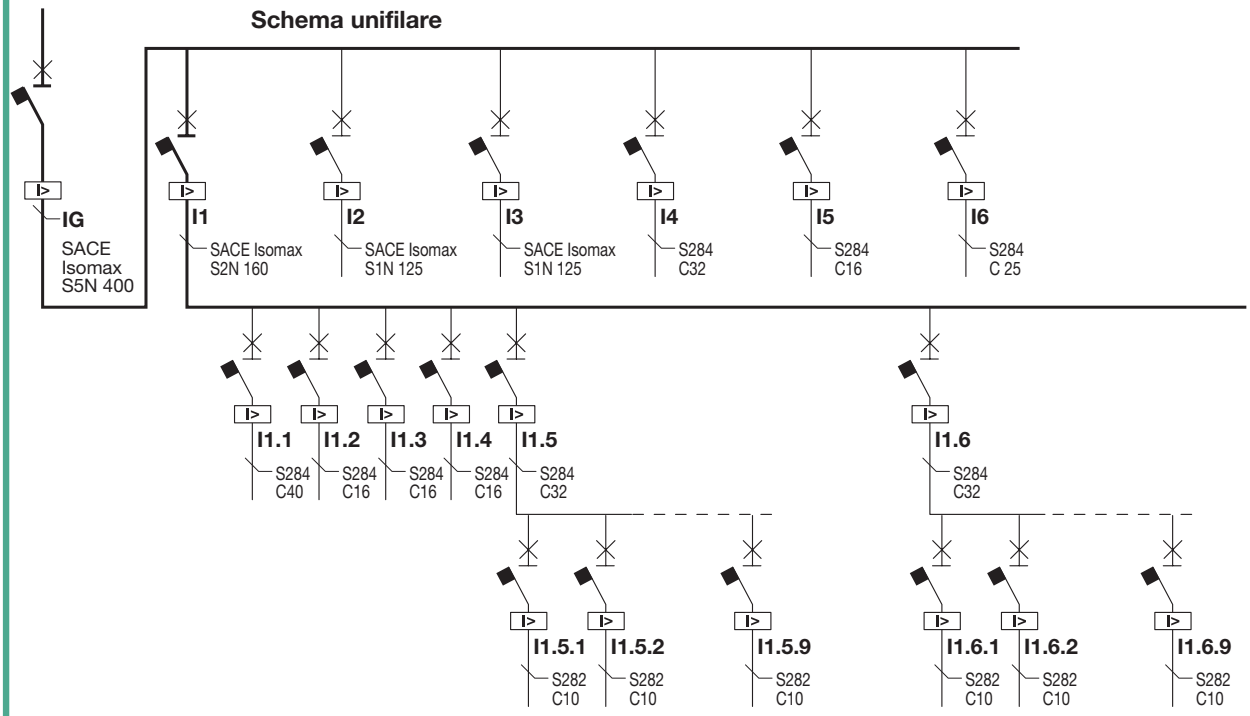
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			3 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	Sperim.
63	87	151	**301**	2000	1100	1000	Coperto su due lati	In Alto	44	44
								Metà	40	39
								Aria	24	24

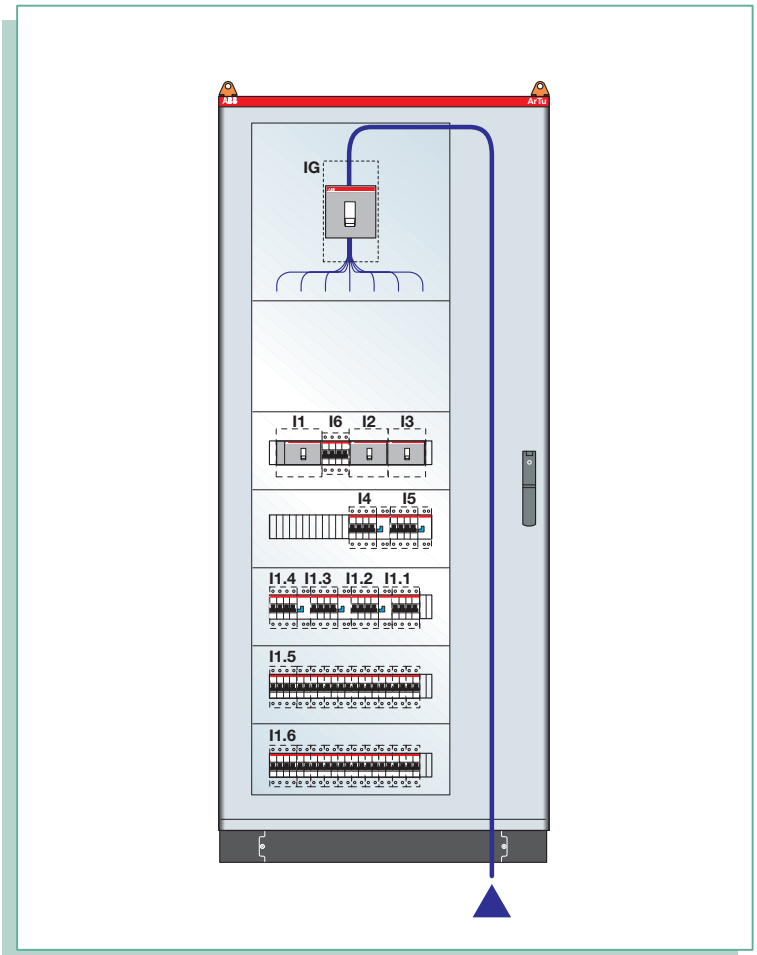
Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

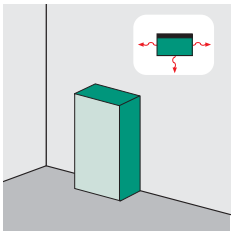
Test N° 4	
Struttura	**ArTu K**
Segregazione	**Forma 3a**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Involucro centrale esposto**

7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare







Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
IG	S5N400 (F)	Anteriori	400	340	43,4	(x1,5)=65
I2	S1N125 (F)	Anteriori	125	88	9,9	(x1,5)=14,9
I3	S1N125 (F)	Anteriori	125	88	9,9	(x1,5)=14,9
I4	S284 C32+DDA 64/40		32	23	5,7+1,8	(x2)=15
I5	S284 C16+DDA 64/25		16	11	3,3+0,6	(x2)=7,8
I6	S284 C25		25	18	3	(x2)=6
I1	S2N 160 (F)	Anteriori	160	112	14,7	(x1,5)=22
I1.1	S284 C40 (F)		40	28	7,1	(x2)=14,2
I1.2	S284 C16+DDA 64/25		16	11	3,3+0,6	(x2)=7,8
I1.3	S284 C16+DDA 64/25		16	11	3,3+0,6	(x2)=7,8
I1.4	S284 C16+DDA 64/25		16	11	3,3+0,6	(x2)=7,8
I1.5	S284 C32		32	27	7,9	(x2)=15,8
I1.5.1 ÷ I1.5.9	S282 C10		10	9	2,2	(x2)(x9)=39,6
I1.6	S284 C32		32	27	7,9	(x2)=15,8
I1.6.1 ÷ I1.6.9	S282 C10		10	9	2,2	(x2)(x9)=39,6
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**294**

Cavo	Sezione [mm²]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib [A]	P (Ib) [W]
IG	240	2300	340	79,2
I2	25	1100	88	22
I3	25	1100	88	22
I4	4	900	23	8
I5	1,5	900	11	4,6
I6	2,5	1100	18	10
I1.1	4	700	28	9,7
I1.2	1,5	1000	11	5,1
I1.3	1,5	1000	11	5,1
I1.4	1,5	700	11	3,6
I1.5.1-I1.5.9	1,5	600	9	1,4(x9)=12,6
I1.6.1-1.6.9	1,5	400	9	0,9(x9)=8,2
Totale potenza dissipata dai cavi				**190**

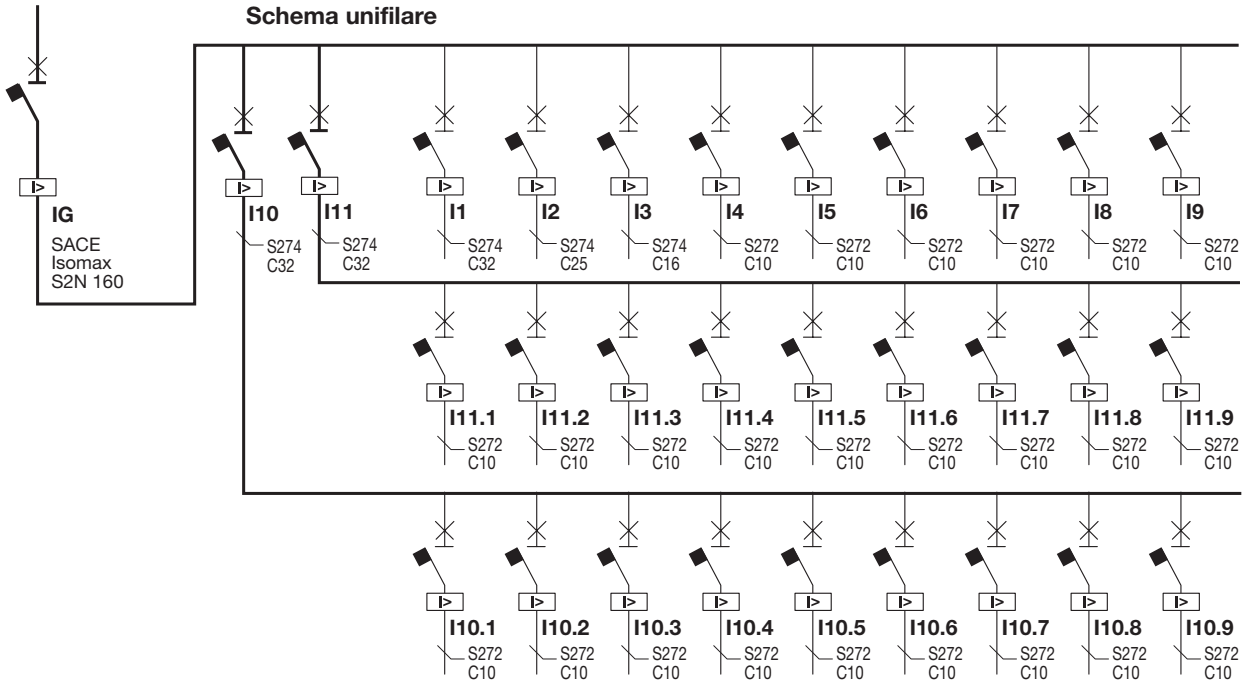
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			0 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	Sperim.
0	190	294	**484**	2000	950	250	Separato a muro	In Alto	70	66
								Metà	54	49
								Aria	26	26

Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

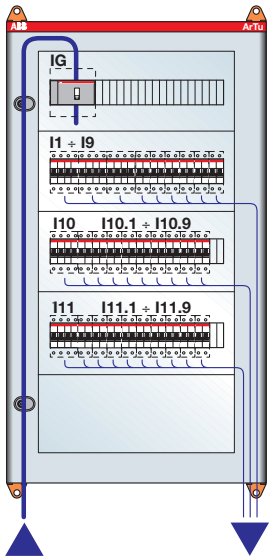
Test N° 5	
Struttura	**ArTu M - Pavimento**
Segregazione	**Non segregato**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Separato a muro**

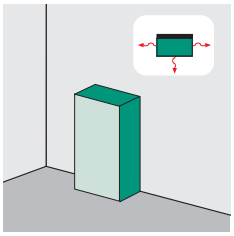
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
IG	S2N160 (F)	Anteriori	160	125	18,3	(x1,5)=27,5
I1	S274 C32		32	25	6,8	(x2)=13,6
I2	S274 C25		25	20	3,6	(x2)=7,2
I3	S274 C16		16	13	4,6	(x2)=9,2
I4	S272 C10		10	8	0,9	(x2)=1,8
I5	S272 C10		10	8	0,9	(x2)=1,8
I6	S272 C10		10	8	0,9	(x2)=1,8
I7	S272 C10		10	8	0,9	(x2)=1,8
I8	S272 C10		10	8	0,9	(x2)=1,8
I9	S272 C10		10	8	0,9	(x2)=1,8
I10	S274 C32		32	25	6,8	(x2)=13,6
I10.1-10.9	S272 C10		10	8	0,9	(x2)(x9)=16,2
I11	S274 C32		32	25	6,8	(x2)=13,6
I11.1-11.9	S272 C10		10	8	0,9	(x2)(x9)=16,2
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**128**

Cavo	Sezione [mm²]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib [A]	P (Ib) [W]
IG	50	1100	125	24,3
I1	4	650	25	6,8
I2	2,5	650	20	7,1
I3	1,5	650	13	4,6
I4	1,5	650	8	1,2
I5	1,5	650	8	1,2
I6	1,5	650	8	1,2
I7	1,5	650	8	1,2
I8	1,5	650	8	1,2
I9	1,5	650	8	1,2
I10.1-10.9	1,5	450	9x8	9x0,8=7,2
I11.1-11.9	1,5	250	9x8	9x0,5=4,5
Totale potenza dissipata dai cavi				**62**

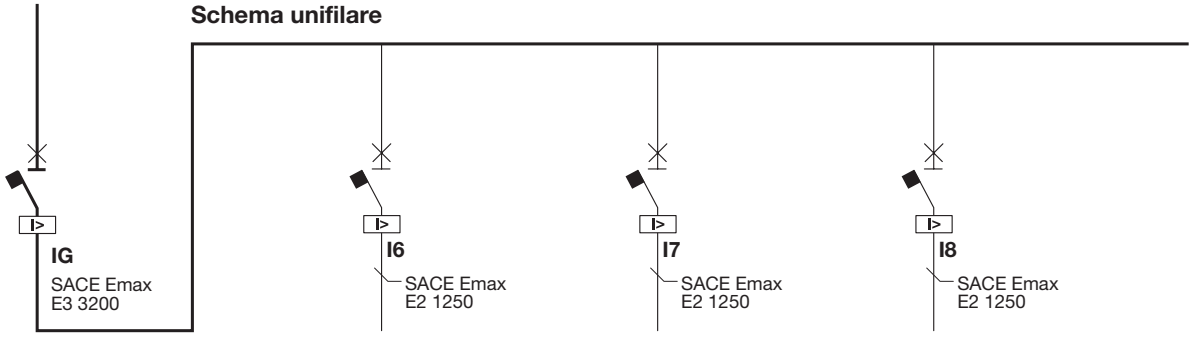
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			0 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	Sperim.
0	128	62	**190**	1000	700	200	Separato a muro	In Alto	65	63
								Metà	51	51
								Aria	22	22

Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

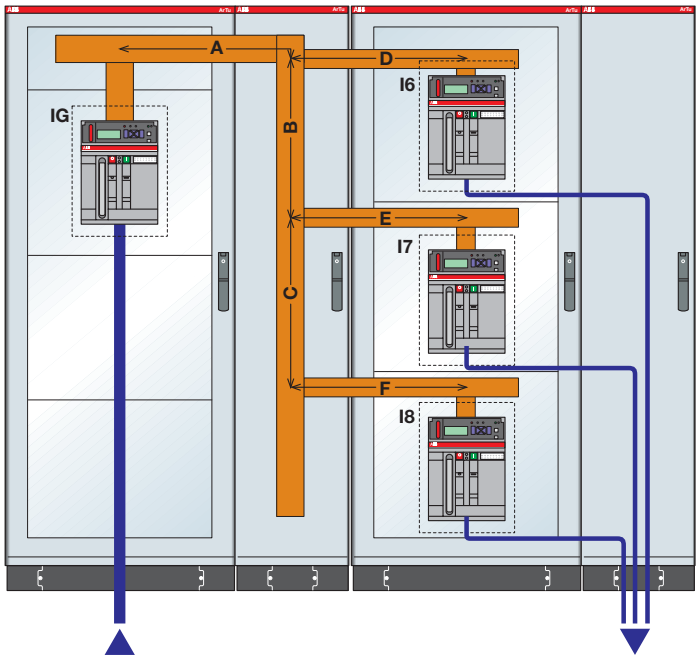
Test N° 6	
Struttura	**ArTu M - Parete**
Segregazione	**Non segregato**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Separato a muro**

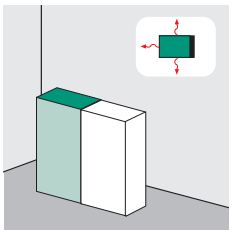
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
IG	E3 3200 (F)	Verticali	3200	2820	256,3	(x1,3)=333,2
I6	E2 1250 (F)	Orizzontali	1250	940	39,6	(x1,3)=51,5
I7	E2 1250 (F)	Orizzontali	1250	940	39,6	(x1,3)=51,5
I8	E2 1250 (F)	Orizzontali	1250	940	39,6	(x1,3)=51,5
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**488**

Barra	Sezione [mm] x [mm]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib	P (Ib) [W]
A	3x100x10	600	2820	123,4
B	3x100x10	600	1880	54,9
C	3x100x10	600	940	13,7
D	120x10	360	940	20,6
E	120x10	360	940	20,6
F	120x10	360	940	20,6
Totale potenza dissipata dalle barre				**254**

Cavo	Sezione [mm²]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib [A]	P (Ib) [W]
IG	7x300	1000	2820	282,3
I6	2x300	1700	940	186,6
I7	2x300	1200	940	131,7
Totale potenza dissipata dai cavi				**601**

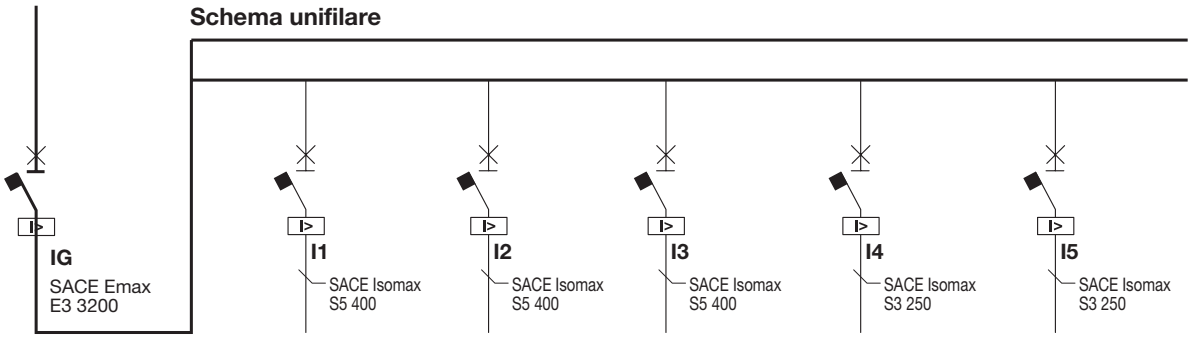
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			0 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	Sperim.
254	488	601	**1345**	2000	2200	800	Coperto su un lato	In Alto	64	64
								Metà	56	54
								Aria	30	30

Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

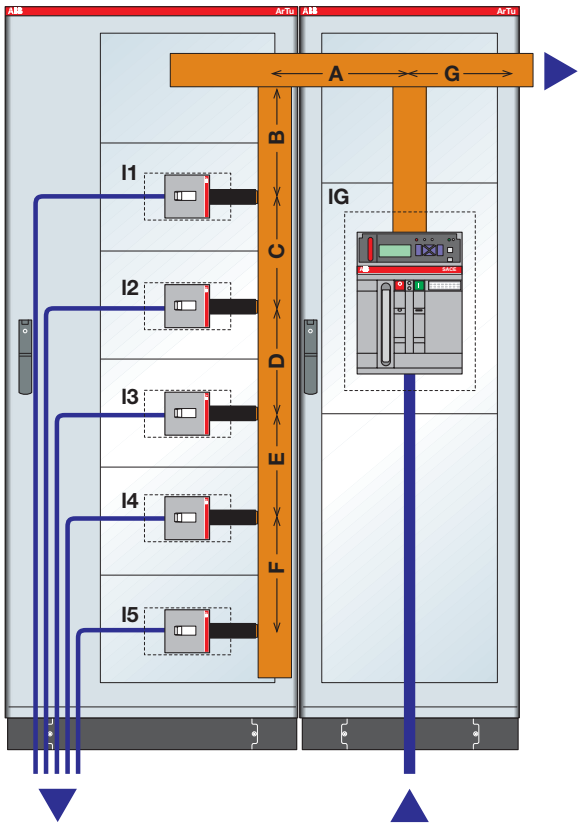
Test N° 7	
Struttura	**ArTu K**
Segregazione	**Non segregato**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Esposto coperto su un lato**

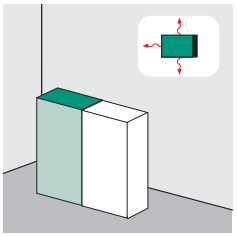
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
IG	E3 3200 (F)	Verticali	3200	2820	256,3	(x1,3)=333,2
I1	S5 400 (F)	Posteriori	400	380	58,7	(x1,5)=88
I2	S5 400 (F)	Posteriori	400	380	58,7	(x1,5)=88
I3	S5 400 (F)	Posteriori	400	380	58,7	(x1,5)=88
I4	S3 250 (F)	Posteriori	250	230	42,3	(x1,5)=63,5
I5	S3 250 (F)	Posteriori	250	230	42,3	(x1,5)=63,5
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**724**

Barra	Sezione [mm] x [mm]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib	P (Ib) [W]
A	3x100x10	360	1600	23,8
B	80x10	300	1600	72,1
C	80x10	300	1220	41,9
D	80x10	300	840	19,9
E	80x10	300	460	6
F	80x10	300	230	1,5
G	3x100x10	360	1220	13,9
Totale potenza dissipata dalle barre				**179**

Cavo	Sezione [mm²]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib [A]	P (Ib) [W]
IG	7x300	1000	2820	282,3
I1	240	1600	380	68,5
I2	240	1300	380	55,8
I3	240	1000	380	42,8
I4	120	700	230	21
I5	120	400	230	12
Totale potenza dissipata dai cavi				**482**

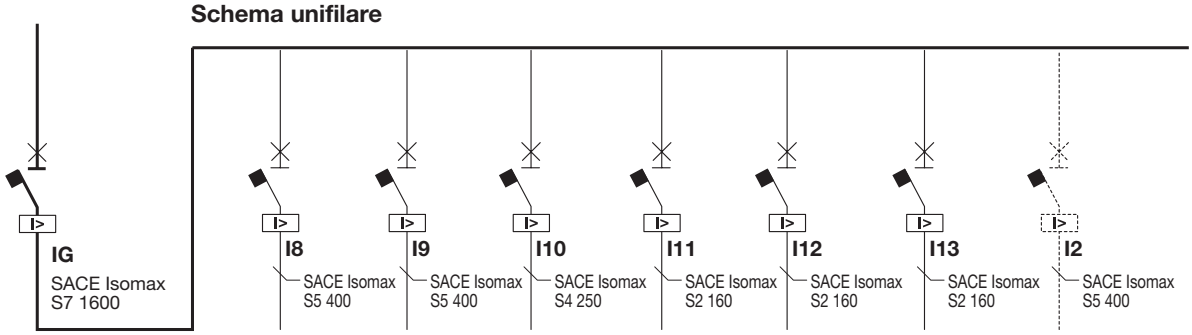
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			0 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	Sperim.
179	724	482	**1385**	2000	1650	800	Coperto su un lato	In Alto	67	65
								Metà	56	53
								Aria	25	25

Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

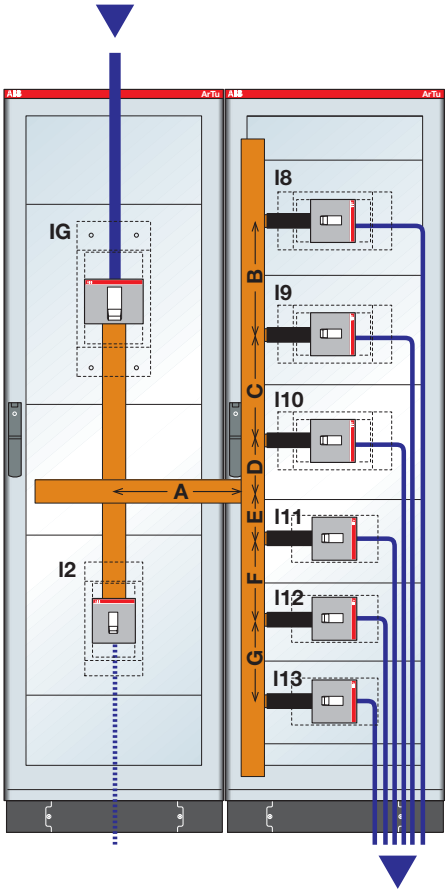
Test N° 8	
Struttura	**ArTu K**
Segregazione	**Non segregato**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Esposto coperto su un lato**

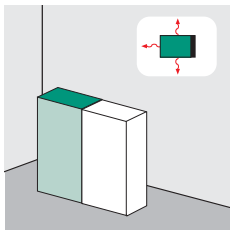
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
IG	S7 1600 (F)	Posteriori	1600	1360	187,9	(x1,3)=244,2
I8	S5 400 (F)	Posteriori	400	360	48,6	(x1,5)=72,9
I9	S5 400 (F)	Posteriori	400	360	48,6	(x1,5)=72,9
I10	S4 250 (F)	Posteriori	250	220	31	(x1,5)=46,5
I11	S2 160 (F)	Posteriori	160	140	23	(x1,5)=34,5
I12	S2 160 (F)	Posteriori	160	140	23	(x1,5)=34,5
I13	S2 160 (F)	Posteriori	160	140	23	(x1,5)=34,5
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**540**

Barra	Sezione [mm] x [mm]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib	P (Ib) [W]
A	2x80x10	360	1360	35,2
B	2x80x10	400	360	2,7
C	2x80x10	400	720	11
D	2x80x10	50	940	2,3
E	2x80x10	150	420	1,4
F	2x80x10	200	280	0,8
G	2x80x10	200	140	trascurabile
Totale potenza dissipata dalle barre				**54**

Cavo	Sezione [mm²]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib [A]	P (Ib) [W]
IG	4x240	400	1360	55,1
I8	240	1800	360	69,5
I9	240	1400	360	54
I10	95	1000	220	34,2
I11	50	800	140	22,1
I12	50	600	140	16,6
I13	50	400	140	11
Totale potenza dissipata dai cavi				**263**

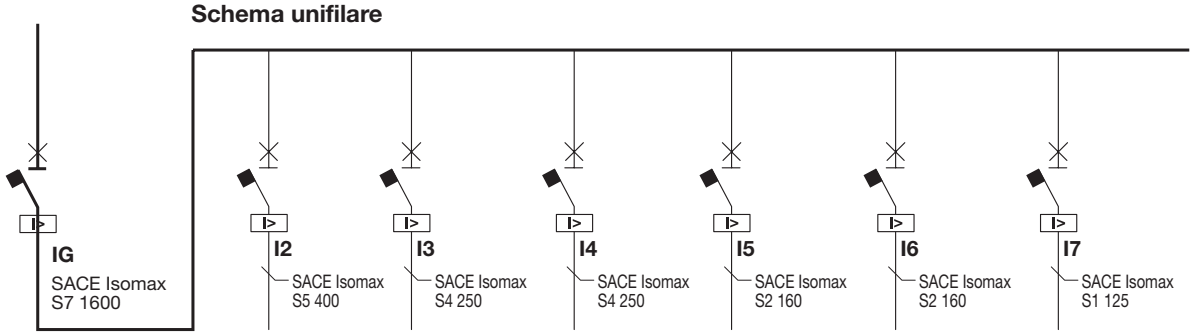
Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			3 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	IP65
54	540	263	**857**	2000	1400	800	Coperto su un lato	In Alto	66	54
								Metà	56	45
								Ambiente	23	23

Esecuzioni:
F = Fisso
E = Estraibile

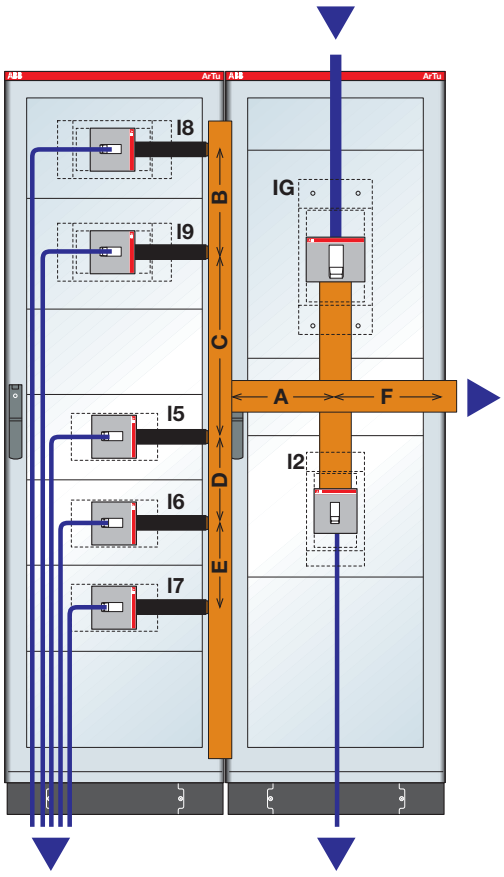
Test N° 9	
Struttura	**ArTu K**
Segregazione	**Forma 4**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Esposto coperto su un lato**

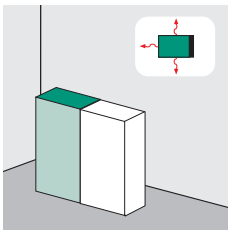
7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro ArTu

Schema unifilare



Fronte quadro





Interruttore	Tipo	Terminali	In [A]	Ib [A]	P (Ib) [W]	P (Ib) x C [W]
IG	S7 1600 (F)	Posteriori	1600	1140	132	(x1,3)=171,6
I2	S5 400 (F)	Posteriori	400	360	48,6	(x1,5)=72,9
I3	S4 250 (F)	Posteriori	250	210	28,2	(x1,5)=42,3
I4	S4 250 (F)	Posteriori	250	210	28,2	(x1,5)=42,3
I5	S2 160 (F)	Posteriori	160	130	19,8	(x1,5)=29,7
I6	S2 160 (F)	Posteriori	160	130	19,8	(x1,5)=29,7
I7	S1 125 (F)	Posteriori	125	100	12,2	(x1,5)=19,2
Totale potenza dissipata dagli interruttori						**408**

Barra	Sezione [mm] x [mm]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib	P (Ib) [W]
A	2x80x10	360	780	11,6
B	40x10	400	210	3,1
C	40x10	400	420	12,4
D	40x10	50	360	1,1
E	40x10	150	230	1,4
F	40x10	200	100	0,3
Totale potenza dissipata dalle barre				**30**

Cavo	Sezione [mm²]	Lunghezza [mm]	Corrente Ib [A]	P (Ib) [W]
IG	4x240	400	1140	38,7
I2	240	400	360	15,5
I3	95	1800	210	56
I4	95	1500	210	47
I5	50	1100	130	26,2
I6	50	900	130	21,4
I7	35	700	100	14,5
Totale potenza dissipata dai cavi				**219**

Potenze dissipate				Dimensioni [mm]			3 segreg. orizz.	**Temperature ottenute °C**		
Barre	Apparecchi	Cavi	Tot.	A	L	P		Altezze	DMB	IP65
30	408	219	**657**	2000	1400	800	Coperto su un lato	In Alto	58	44
								Metà	50	37
								Ambiente	23	23

Test N° 10	
Struttura	**ArTu K**
Segregazione	**Forma 4**
Grado di protezione	**IP65**
Montaggio	**Esposto coperto su un lato**

8 Protezione dagli effetti del corto circuito

Il quadro elettrico deve essere costruito in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti dalla corrente di corto circuito fino ai valori assegnati. Inoltre il quadro deve essere protetto contro le correnti di corto circuito mediante interruttore automatici o fusibili che possono essere installati nel quadro o a monte di esso.
L'utilizzatore deve specificare, al momento dell'ordine, le condizioni di corto circuito nel punto di installazione.
Questo capitolo considera i seguenti aspetti:

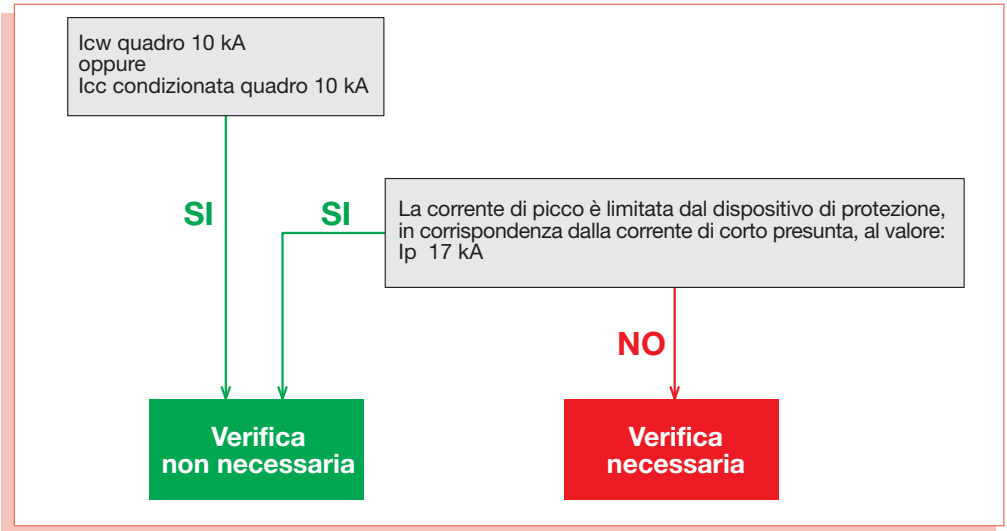
- **la necessità o meno di effettuare la verifica della tenuta al corto circuito del quadro.**
- **l'idoneità di un quadro ad un impianto in funzione della corrente di corto presunta dell'impianto e dei parametri di corto del quadro.**
- **l'idoneità di un sistema di sbarre in funzione della corrente di corto circuito e dei dispositivi di protezione.**

8.1 Verifica della tenuta al corto circuito

La verifica della tenuta al corto circuito è trattata dalla norma CEI EN 60439-1, in particolare vengono specificati i casi in cui la verifica deve essere effettuata e le diverse tipologie di verifica.
Non è necessaria la verifica della tenuta al corto circuito nei seguenti casi:

- per un quadro che ha corrente nominale di breve durata o corrente nominale di cortocircuito condizionata non superiori a 10 kA
- per i quadri protetti da dispositivi limitatori di corrente aventi una corrente di picco limitata non superiore a 17 kA in corrispondenza della corrente presunta di corto circuito massima ammissibile ai terminali del circuito di entrata del quadro
- per i circuiti ausiliari del quadro previsti per essere collegati a trasformatori la cui potenza nominale non superi i 10 kVA con una tensione nominale secondaria che non sia inferiore a 110 V, oppure non superi 1,6 kVA con una tensione nominale secondaria inferiore a 110 V, e la cui tensione di corto circuito in entrambi i casi non sia inferiore al 4%.
- per tutte le parti del quadro (barre principali, supporti delle barre principali, connessioni alle barre, unità di entrata e di uscita, apparecchi di protezione e manovra, ecc.) che sono già state soggette a prove di tipo valevoli per le condizioni esistenti.

La necessità della verifica della tenuta al corto circuito può essere vista quindi nel seguente modo:


Icw quadro 10 kA
oppure
Icc condizionata quadro 10 kA
SI
SI
La corrente di picco è limitata dal dispositivo di protezione, in corrispondenza dalla corrente di corto presunta, al valore:
Ip 17 kA
NO
Verifica non necessaria
Verifica necessaria

Per quanto riguarda i dettagli riguardanti l'esecuzione della prova di corto consigliamo di riferirsi direttamente alla norma CEI EN 60439-1

Riportiamo qui una tabella che, in funzione dell'interruttore posto a protezione del quadro, fornisce il valore massimo della corrente di corto presunta per la quale non è necessario effettuare la verifica della tenuta al corto circuito.

Interruttore di protezione e verifica della tenuta al corto circuito

Interruttore	T1 160	T2 160	T3250	T4 250	T4 320	T5, S6, S7
Icc (415V)	36kA	50kA	14kA	25kA	25kA	10kA

8.2 Corrente di corto circuito e idoneità del quadro all'impianto

La verifica della tenuta alla corrente di cortocircuito si basa su due valori:
- la corrente di corto circuito di breve durata Icw
- la corrente di corto circuito condizionata Icc.

In funzione di due valori è possibile stabilire se il quadro è idoneo o meno ad essere installato in un determinato punto dell'impianto.
Deve naturalmente essere verificato che i poteri di interruzione degli apparecchi (eventualmente tramite back-up) all'interno del quadro siano compatibili con i valori di corto circuito dell'impianto.

La **corrente di corto circuito di breve durata** Icw è un prefissato valore efficace di corrente di prova, cui corrisponde un determinato valore di picco iniziale, che si applica al circuito di prova del quadro per un determinato tempo (genericamente 1s). Il quadro deve riuscire a reggere gli sforzi termici ed elettrodinamici senza rotture o deformazioni che compromettono la funzionalità del sistema. Da questa prova (se superata) è possibile ricavare l'energia specifica passante (I^2t) che può essere sopportata dal quadro:
$I^2t = Icw^2t$
Il valore di picco della corrente di corto circuito può essere determinato moltiplicando il valore efficace della corrente di corto per il fattore "n" secondo la tabella 4 della CEI EN 60439.
$Ip = Icw \cdot n$

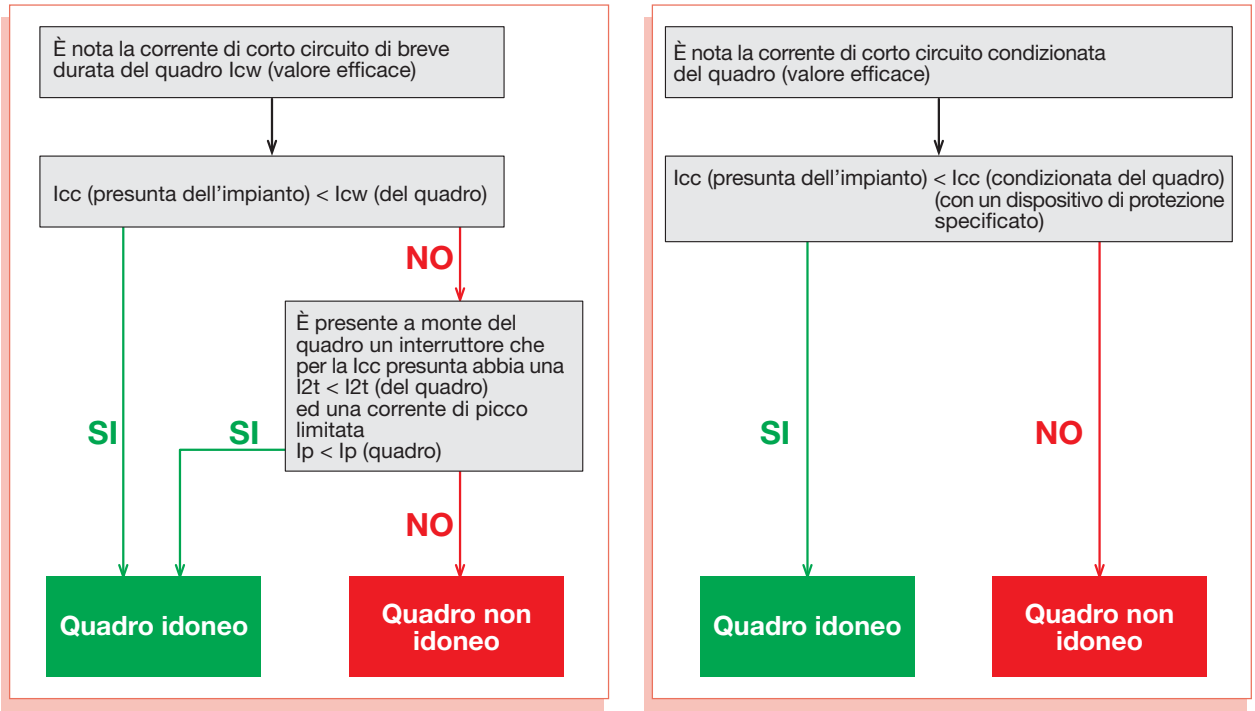
Valore efficace della corrente di corto circuito	cosφ	n
I ≤ 5 kA	0,7	1,5
5<I 10 kA	0,5	1,7
10<I 20 kA	0,3	2
20<I 50 kA	0,25	2,1
50<I	0,2	2,2

I valori della Tab.4 tengono conto della maggioranza delle applicazioni. In zone particolari, per es. in vicinanza di trasformatori o generatori, il fattore di potenza può assumere valori più bassi per cui, in questi casi, il valore massimo del picco della corrente presunta può diventare il fattore limitativo, invece del valore efficace della corrente di corto circuito.

La **corrente di corto circuito condizionata** è un prefissato valore efficace di corrente di prova, cui corrisponde un determinato valore di picco iniziale, che può essere sopportata dal quadro per il tempo di intervento di uno specifico apparecchio di protezione. Solitamente detto apparecchio è l'interruttore generale del quadro.

Tramite i due valori Icw ed Ip ed il valore di corrente di corto circuito presunta dell'impianto è possibile stabilire se il quadro è idoneo o meno ad essere installato nell'impianto.

I diagrammi seguenti illustrano il metodo per determinare la compatibilità del quadro con l'impianto.


È nota la corrente di corto circuito di breve durata del quadro Icw (valore efficace)
Icc (presunta dell'impianto) < Icw (del quadro)
NO
È presente a monte del quadro un interruttore che per la Icc presunta abbia una I2t < I2t (del quadro) ed una corrente di picco limitata Ip < Ip (quadro)
SI
SI
NO
Quadro idoneo
Quadro non idoneo
È nota la corrente di corto circuito condizionata del quadro (valore efficace)
Icc (presunta dell'impianto) < Icc (condizionata del quadro) (con un dispositivo di protezione specificato)
SI
NO
Quadro idoneo
Quadro non idoneo

Deve naturalmente essere verificato che i poteri di interruzione degli apparecchi all'interno del quadro siano compatibili con i valori di corto circuito dell' impianto.

8 Protezione dagli effetti del corto circuito

Esempio

Dati impianto esistente: Vn=400 V
fn=50Hz
Icc=35kA

Supponiamo di avere in un impianto esistente un quadro elettrico con una Icw pari a 35kA e che, nel punto di installazione del quadro, la corrente di corto circuito presunta sia pari a 35kA.

Ipotizziamo ora che si decida un ampliamento di potenza dell'impianto e che il valore di corto aumenti a 60 kA.
Dati impianto dopo ampliamento: Vn=400 V
fn=50Hz
Icc=60kA

Essendo la Icw del quadro minore della corrente di corto dell'impianto, per verificare che il quadro esistente sia ancora compatibile, si deve:

- determinare i valori di I^2t e di Ip lasciati passare dall'interruttore posto a monte del quadro
- verificare che i dispositivi di protezione posti all'interno del quadro abbiano l'adeguato potere di interruzione, singolarmente o per back-up.

Icw = 35kA da cui:

$I^2t_{quadro} = 35^2 x1 = 1225\ MA^2s$

$Ip_{quadro} = 73.5\ kA$

Supponiamo che, a monte del quadro, venga installato un interruttore scatolato Tmax T5H (Icu=70kA@415V)
$I^2t_{interruttore} < 4MA^2s$
$Ip_{interruttore} < 40kA$

essendo

$I^2t_{quadro} > I^2t_{interruttore}$

$Ip_{quadro} > Ip_{interruttore}$

Il quadro (struttura e sistema di barre) risulta idoneo.

Per quanto riguarda gli interruttori posti all'interno del quadro, supponiamo che questi siano interruttori scatolati Tmax T1,T2,T3 versione N con Icu=36kA@415V. Dalle tabelle di Back-up si osserva che gli interruttore presenti nel quadro risultano idonei all'impianto in quanto il loro potere di interruzione viene elevato a 65 kA dall'interruttore T5H posto a monte.

8.3 Scelta del sistema di distribuzione in relazione alla tenuta al corto circuito

Il dimensionamento del sistema di distribuzione del quadro viene realizzato considerando la corrente nominale che lo attraversa e la corrente di corto circuito presunta dell'impianto.
Normalmente esistono tabelle fornite dal costruttore che permettono la scelta della sezione della barra, in funzione della corrente nominale, e che forniscono le distanze alle quali devono essere posti i supporti reggibarre per garantire la tenuta al corto circuito.

Nel catalogo tecnico ABB Sace "Catalogo Generale quadri per distribuzione" sono riportati i sistemi di distribuzione utilizzabili all'interno dei quadri ArTu, che sono:

- barre a profilo sagomato fino a 4000 A
- barre piatte forate fino a 4000 A
- barre flessibili fino a 1000 A
- sistema di cablaggio Unifix, fino a 400 A
- ripartitori fino a 400 A.

Nel catalogo, oltre alla corrente nominale del sistema, è riportato il valore di corrente di corto circuito di breve durata Icw sopportabile.
Per scegliere il sistema di distribuzione compatibile con i dati di corto dell'impianto si deve seguire la seguente procedura:

- **Se è noto il dispositivo di protezione posto a monte del sistema di distribuzione in esame**
  Dal valore della Icw del sistema di distribuzione si ricava:

  $Ip_{sist} = Icw \cdot n$ dove n è il fattore ricavato dalla Tab.4 di pag15

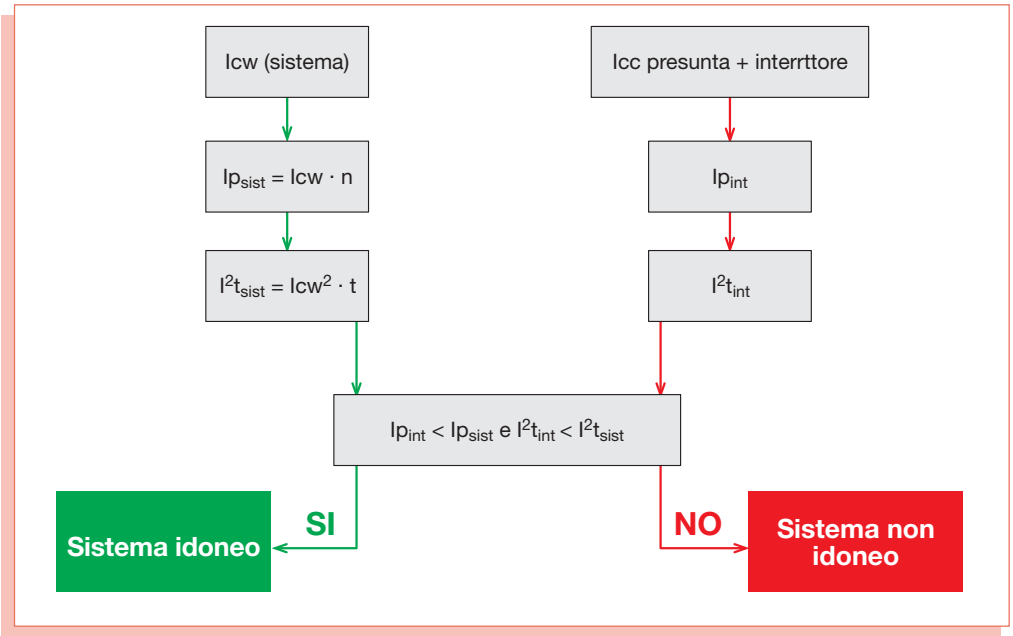
  $I^2t_{sist} = Icw^2 \cdot t$ dove t è pari ad 1 secondo

  In corrispondenza del valore della corrente di corto circuito presunta dell'impianto si determina:

  Il valore della corrente di picco limitata dall'interruttore Ip_{int}

  L'energia specifica lasciata passare dall'interruttore I^2t_{int}

  Se risulta che $Ip_{int} < Ip_{sist}$ e che $I^2t_{int} < I^2t_{sist}$ allora il sistema di distribuzione è idoneo.



- **Se non è noto il dispositivo di protezione posto a monte del sistema di distribuzione in esame si deve verificare che:**
  Icc (presunta) < Icw (sistema)

8 Protezione dagli effetti del corto circuito

Esempio

Dati impianto: Vn=400 V
fn=50Hz
Icc=65kA

Supponiamo di avere necessità di utilizzare un sistema di barre a **profilo sagomato** da 400 A. Dal catalogo ABB SACE "Catalogo Generale quadri per distribuzione" una scelta possibile potrebbe essere:

BA0400 In 400 A (IP65) Icw 35kA.

Supponiamo di avere, a monte del sistema di barre, un interruttore scatolato:

Tmax T5400 R400

Dalla Icw del sistema di barre si ricava che:

$Ip_{sist} = Icw \cdot 2,1 = 73,5$ [kA]

$I^2t_{sist} = Icw^2 \cdot t = 35^2 \cdot 1 = 1225$ [(kA)^{2}s]

Dalle curve di limitazione ed energia specifica del T5400 R400

A Icc 65kA corrisponde $Ip_{int} < 40$ kA
corrisponde $I^2t_{int} < 5$ [(kA)^{2}s]= 5 [MA^{2}sec]

Risulta quindi che:
Essendo

$Ip_{int} < Ip_{sist}$

e

$I^2t_{int} < I^2t_{sist}$

il sistema di barre è compatibile con l'impianto.

Tratti di conduttore a monte del dispositivo

La norma 60439-1 prevede che all'interno di un quadro, i conduttori (incluse le barre di distribuzione) posti tra le barre principali e il lato alimentazione delle singole unità funzionali, come pure i componenti costitutivi di queste unità, possono essere dimensionati in base alle sollecitazioni di corto circuito **ridotte** che si producono a **valle** del dispositivo di protezione di corto circuito dell'unità.

Questo può essere possibile se i conduttori sono disposti in modo tale che, in condizioni normali di servizio, il corto circuito interno tra le fasi e/o tra le fasi e la terra sia da considerarsi una possibilità remota, è preferibile che tali conduttori siano di costruzione massiccia e rigida. La norma riporta a titolo esemplificativo conduttori e prescrizioni per l'installazione che permettono di considerare ipotesi remota il corto tra le fasi e/o tra le fasi e la terra.

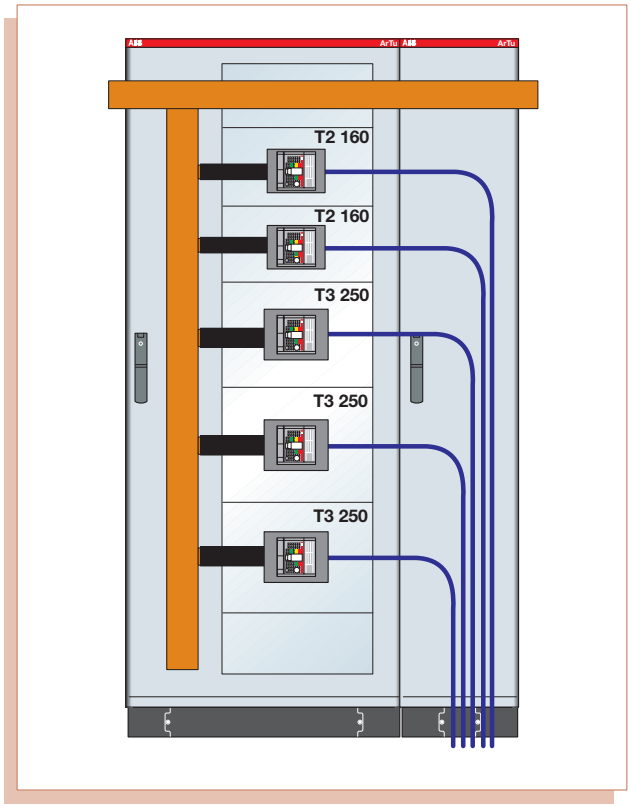
Tipo di conduttore	Prescrizioni per l'installazione
Conduttori nudi, o conduttori ad un'anima singola con isolamento principale, per esempio i cavi conformi alla IEC 60227-3	Si deve evitare il contatto reciproco o il contatto con parti conduttrici, per esempio attraverso l'uso di distanziatori
Conduttori ad un'anima singola con isolamento principale ed una temperatura massima ammessa per il funzionamento del conduttore superiore a 90° C, per esempio i cavi conformi alla IEC 60245-3, oppure i cavi isolati in PVC resistenti al calore conformi alla IEC 60227-3	Il contatto reciproco o con parti conduttrici è consentito là dove non viene applicata una pressione esterna. Si deve evitare il contatto con spigoli vivi. Non deve esserci il rischio di danni meccanici.Questi conduttori possono essere unicamente alimentati in modo tale che non venga superata una temperatura di funzionamento di **70 °C**.
Conduttori con isolamento principale, per esempio i cavi conformi alla IEC 60227-3, aventi un isolamento secondario supplementare, per esempio ricoperti singolarmente con una guaina restringente o posti individualmente in tubi in materiale plastico	Nessuna prescrizione supplementare se non c'è il rischiodi danni meccanici.
Conduttori isolati con materiale ad elevata resistenza meccanica, per esempio isolamento FTFE, oppure conduttori con doppio isolamento con una guaina esterna rinforzata per l'uso fino a 3 kV, per esempio i cavi conformi alla IEC 60502.	
Cavi rivestiti ad anima singola o a più anime, per esempio i cavi conformi alle IEC 60245-4 o 60227-4.	

Se ci si trova in queste condizioni o comunque il corto circuito interno può essere considerato ipotesi remota, si può utilizzare la procedura descritta precedentemente per verificare l'idoneità del sistema di distribuzione alle condizioni di corto, dove queste sono determinate in funzione delle caratteristiche dell'interruttore posto a valle delle barre**.**

8 Protezione dagli effetti del corto circuito

Esempio

Dati impianto: Vn=400 V fn=50Hz Icc=45kA



Consideriamo il quadro in figura, dove dalle barre principali vengono derivate le barre di distribuzione verticali.
Queste sono barre a profilo sagomato da 800 A come riportato nel Catalogo generale quadri per distribuzione:

In (IP65) 800,

Icw max 35 kA

Essendo un sistema rigido con distanziatori, per la norma CEI EN 60439 il corto circuito tra le barre è un ipotesi remota.
Dobbiamo comunque verificare che le sollecitazioni ridotte dagli interruttori posti a valle del sistema siano compatibili con il sistema.

Supponiamo che nelle celle ci siano
Tmax T3S250
Tmax T2S160

Si deve verificare che, in caso di corto circuito su una qualunque uscita, le limitazioni prodotte dall'interruttore, siano compatibili con il sistema di barre.
Occorre quindi verificare che l'interruttore che limita di meno picco ed energia, limiti comunque sufficientemente per il sistema di barre.
Nel nostro caso si tratta del T3S250 In250
Verifichiamo quindi in modo analogo al paragrafo precedente:

Dalla Icw del sistema di barre ricavo che:

$IP_{sist} = Icw \cdot n = 35 \cdot 2.1 = 73.5$ [kA]

$I^2t_{sist} = Icw^2 \cdot t = 35^2 \cdot 1 = 1225$ [(kA)^{2}s]

Dalle curve di limitazione e di energia specifica passante.

Ad Icc 45kA corrisponde Ipint <30 kA

corrisponde I^2t_{int} <2 [(kA)^{2}s]

Risulta quindi che:
Essendo

$Ip_{int} < Ip_{sist}$

e

$I^2t_{int} < I^2t_{sist}$

il sistema di barre è compatibile con il quadro.

9 Protezione contro le scosse elettriche

Le prescrizioni che seguono sono destinate ad assicurare che le misure protettive richieste siano attuate quando il quadro è installato nell'impianto elettrico, conforme alle norme relative.

9.1 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti può essere ottenuta sia attraverso la costruzione stessa del quadro, sia mediante provvedimenti complementari da adottare durante l'installazione.
Le misure di protezione contro i contatti diretti sono:

- Protezione mediante isolamento delle parti attive

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolante che può essere rimosso solo mediante la sua distruzione.
Questo isolamento deve essere realizzato con materiali idonei in grado di resistere nel tempo alle sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche a cui possono essere sottoposti durante il servizio.
Vernici, pitture, lacche ed altri prodotti analoghi usati da soli non sono generalmente considerati adatti a fornire un adeguato isolamento per la protezione contro i contatti diretti.

- Protezione mediante barriere o involucri

Tutte le superfici esterne devono avere un grado di protezione almeno uguale a IP2X o IPXXB.
La distanza tra i dispositivi meccanici previsti per la protezione e le parti attive da essi protette non deve essere inferiore ai valori specificati per le distanze in aria e superficiali.
Tutte le barriere e gli involucri devono essere fissati in modo sicuro al loro posto. Tenendo presente la loro natura, dimensione e disposizione, essi devono avere robustezza e durata sufficienti a resistere agli sforzi e alle sollecitazioni che possono manifestarsi in servizio normale, senza ridurre le distanze di isolamento in aria.

- Protezione mediante ostacoli

Questa protezione si applica ai quadri di tipo aperto.

9.2 Protezione contro i contatti indiretti

L'utilizzatore deve indicare la misura di protezione relativa all'installazione a cui è destinato il quadro.
Le misure di protezione contro i contatti indiretti sono:

- Protezione realizzata con l'utilizzo di circuiti di protezione

Il circuito di protezione può essere realizzato separatamente dall'involucro metallico, oppure lo stesso involucro metallico può essere usato come parte del circuito di protezione.
Le masse del quadro che non costituiscono pericolo, in quanto non possono essere toccate su superfici estese oppure afferrate con le mani perché sono di piccola dimensione (ad esempio le viti, le targhette, ecc.), non necessitano di essere collegate al circuito di protezione.
Gli organi di comando manuali, come leve, maniglie ed altri dispositivi di materiale metallico, devono invece essere collegati in modo sicuro con le parti connesse al circuito di protezione oppure devono avere un isolamento supplementare adeguato per la massima tensione di isolamento del quadro.
Le parti metalliche ricoperte con uno strato di vernice o smalto non possono in genere essere ritenute adeguatamente isolate per soddisfare queste prescrizioni.
Per coperchi, porte, piastre di chiusura, ecc., i normali collegamenti realizzati attraverso viti metalliche o cerniere sono sufficienti per la continuità elettrica, purché non vengano montati su di essi apparecchi elettrici che necessitano di un collegamento delle masse a terra. In questo caso le masse devono essere collegate mediante un conduttore di protezione di sezione almeno pari alla sezione massima del conduttore di fase che alimenta l'apparecchio.

9 Protezione contro le scosse elettriche

La sezione dei conduttori di protezione (PE, PEN) destinati ad essere connessi a conduttori esterni in un quadro deve essere determinata con uno dei seguenti metodi:

a) La sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore a quella specifica indicata in tabella. La tabella può essere utilizzata per i conduttori PEN se si presume che le correnti di neutro non superano il 30% delle correnti di fase.

Sezione del conduttore di fase S (mm^2)					**Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S** (mm^2)
		S	≤	16	S
16	<	S	≤	35	16
35	<	S	≤	400	S/2
400	<	S	≤	800	200
		S	≤	800	S/4

Se dall'applicazione di questa tabella risulta un valore non normalizzato, deve essere adottata la sezione unificata maggiore più vicina al valore calcolato.

I valori della tabella sono validi soltanto se il conduttore di protezione (PE, PEN) è costituito dallo stesso materiale del conduttore di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione (PE, PEN) deve essere determinata in modo da ottenere una conduttanza equivalente a quella che risulta dalla applicazione della tabella.

Per i conduttori PEN si devono inoltre applicare le seguenti prescrizioni supplementari:
- la sezione minima deve essere di 10 mm^2 per un conduttore in rame e di 16 mm^2 per un conduttore in alluminio;
- non è necessario che i conduttori PEN vengano isolati all'interno del quadro;
- le parti della struttura non devono essere utilizzate come conduttore PEN. Tuttavia guide di montaggio in rame o in alluminio possono essere utilizzate come conduttori PEN;
- per alcune applicazioni, per le quali la corrente nel conduttore PEN può raggiungere valori elevati, come ad esempio in grandi installazioni di illuminazione con lampade fluorescenti, può essere necessario un conduttore PEN avente la stessa portata dei conduttori di fase o una portata superiore; ciò deve essere oggetto di particolare accordo tra il costruttore e l'utilizzatore.

b) La sezione del conduttore di protezione (PE, PEN) può essere calcolata con l'aiuto della formula qui indicata:

$$S_P = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

La formula viene utilizzata per calcolare la sezione dei conduttori di protezione necessaria per sopportare le sollecitazioni termiche causate da correnti di durata dell'ordine compreso tra 0,2s e 5s, dove:
Sp è l'area della sezione espressa in mm^2;
I è il valore efficace della corrente di guasto (in AC) che percorre il dispositivo di protezione, espressa in A, per un guasto di impedenza trascurabile;
t è il tempo di intervento del dispositivo di interruzione, in secondi;
k è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e da altri elementi, oltre che dalla temperatura iniziale e finale.

Valori del fattore k per conduttori di protezione isolati non incorporati in cavi o conduttori di protezione nudi in contatto con rivestimenti di cavi

		PVC	XLPE EPR Conduttori nudi	Gomma butilica
Temperatura finale		*160 °C*	*250 °C*	*220 °C*
K per conduttore	rame	143	176	166
	alluminio	95	116	110
	acciaio	52	64	60

Nota: si suppone che la temperatura iniziale dei conduttori sia di 30 °C.

Le parti conduttrici accessibili di un dispositivo che non possono essere collegate al circuito di protezione mediante propri mezzi di collegamento devono essere collegate al circuito di protezione del quadro tramite un conduttore equipotenziale, la cui sezione deve essere scelta in accordo con la seguente tabella:

Sezione del conduttore di impiego I_n (A)					**Sezione minima del conduttore protettivo equipotenziale** (mm²)
		I_n	≤	20	S
20	<	I_n	≤	25	2,5
25	<	I_n	≤	32	4
32	<	I_n	≤	63	6
63	<	I_n			10

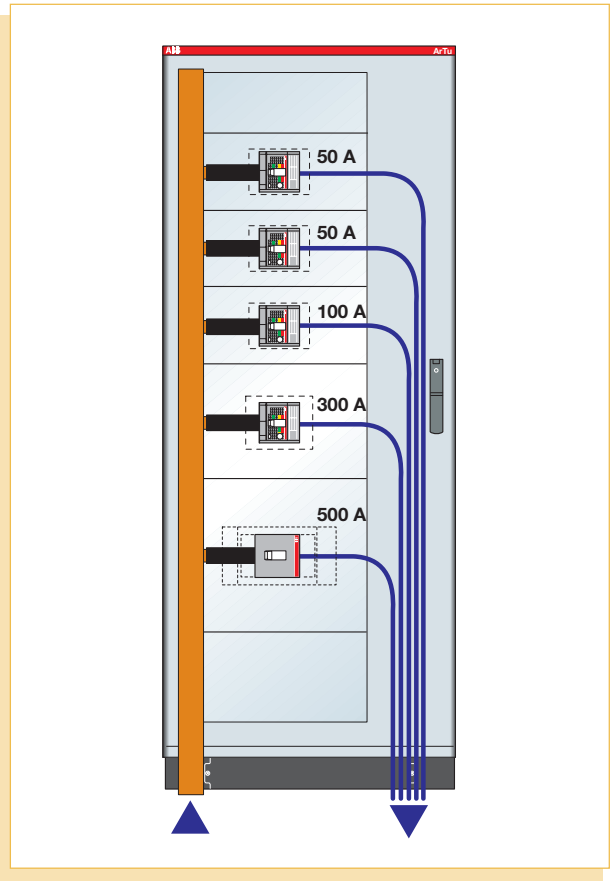
- **Protezione realizzata con misure diverse dall'impiego di circuiti di protezione**
  I quadri elettrici possono fornire protezione contro contatti indiretti per mezzo delle seguenti misure che non richiedono un circuito di protezione:
  a) separazione elettrica dei circuiti
  b) isolamento completo.

10 Indicazioni pratiche per la realizzazione del quadro

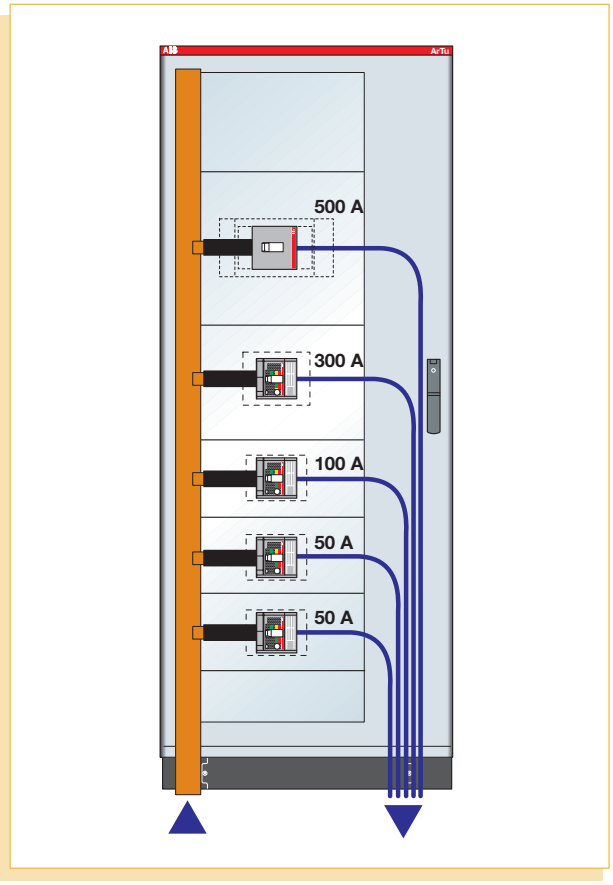
10.1 Posizionamento degli interruttori

Per quanto riguarda il posizionamento degli interruttori all'interno del quadro vi sono alcune indicazioni che contrastano fra loro; questo perché, spesso, esigenze di tipo termico contrastano con esigenze di altra natura. È quindi il realizzatore del quadro che, conoscendo meglio i particolari relativi all'impianto, al luogo di installazione ed all'effettivo utilizzo, può disegnare, in maniera ottimale, il fronte quadro.

- Buona regola è quella di cercare di posizionare gli interruttori in modo da ridurne il più possibile i percorsi delle correnti più elevate, in tal modo si riduce la potenza dissipata all'interno del quadro con indubbi benefici dal punto di vista termico ed economico.

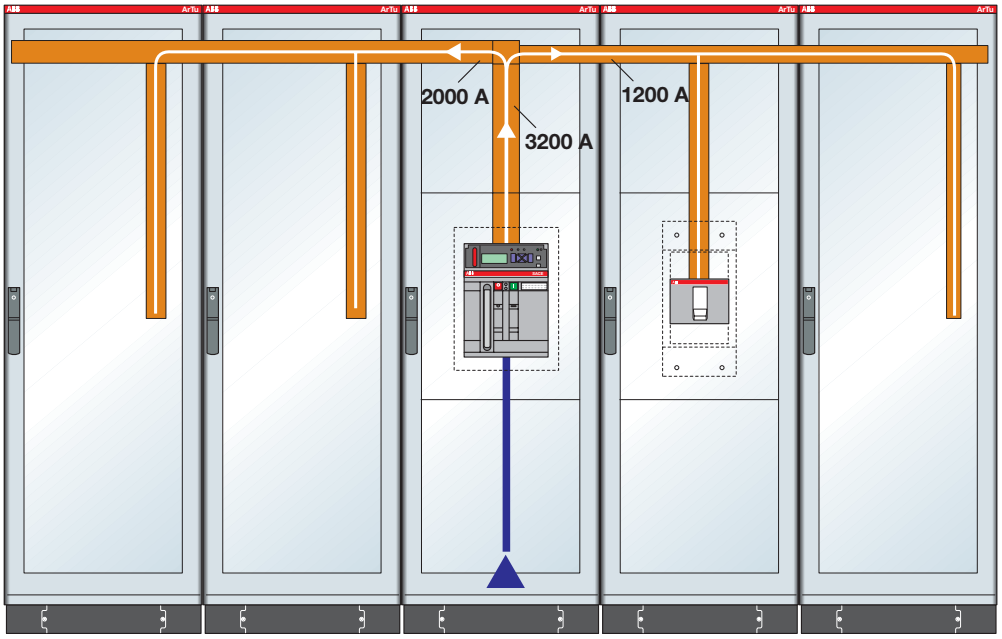


Posizionamento consigliato:
La corrente MAGGIORE (500 A) fa il percorso più BREVE

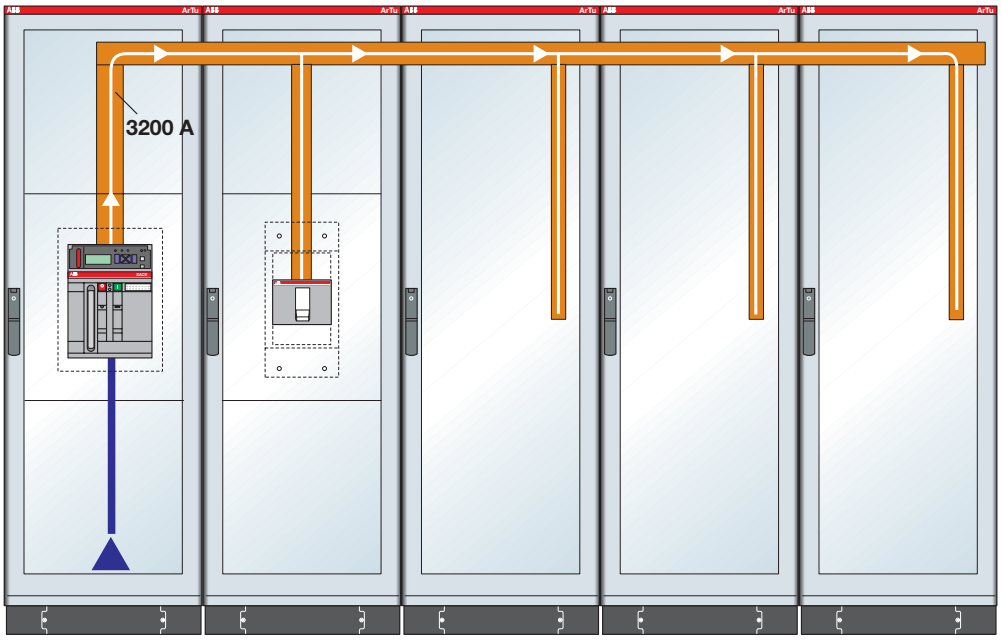


Posizionamento NON consigliato:
La corrente MAGGIORE (500 A) fa il percorso più LUNGO

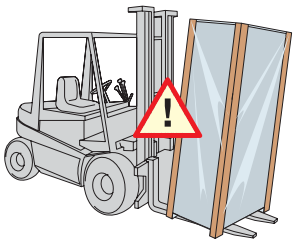
- Nel caso di quadri con molte colonne è consigliabile, ove possibile, posizionare l'interruttore generale nella colonna centrale.
  In questo modo si divide immediatamante la corrente nei due rami del quadro e si può ridurre la sezione delle barre di distribuzione principale.



Nell'esempio in figura il sistema di barre principale può essere dimensionato per 2000 A, con un notevole vantaggio economico.



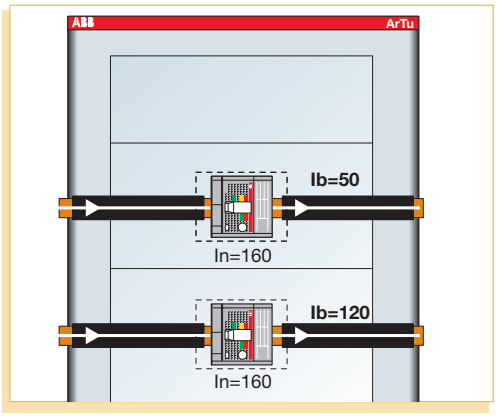
In questo caso invece il sistema di barre principale deve essere dimensionato per portare 3200 A.



- Si consiglia di posizionare gli interruttori più grossi e quindi più pesanti in basso. Questo permette una migliore stabilità del quadro sopratutto durante il trasporto e l'installazione.

10 Indicazioni pratiche per la realizzazione del quadro

10.1 Posizionamento degli interruttori - 10.2 Ammaraggio dei conduttori in prossimità degli interruttori



- In un quadro elettrico la temperatura varia in senso verticale:
  - le zone più basse sono le più fredde,
  - le zone più alte sono le più calde.

Per questa ragione si consiglia di mettere in basso gli apparecchi attraversati da una corrente prossima al valore nominale (più carichi) ed in alto gli apparecchi attraversati da una corrente lontana dal valore nominale (più scarichi).

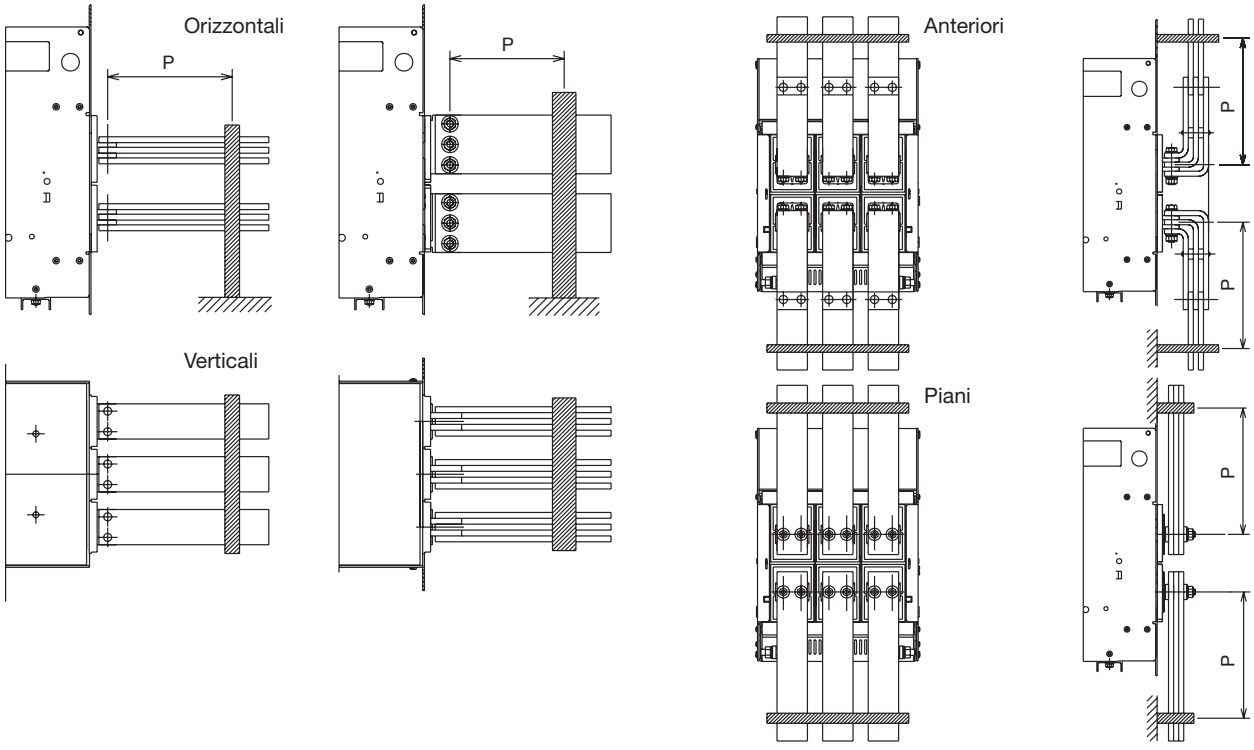
- Per facilitare la manovra dei grossi apparecchi è consigliabile posizionarli tra 0,8 m e 1,6 m da terra

10.2 Ammaraggio dei conduttori in prossimità degli interruttori

All'interno dei quadri è necessario che i cavi e le barre siano fissati alla struttura. Infatti, durante un corto circuito, le sollecitazioni dinamiche prodotte nei conduttori potrebbero danneggiare i terminali degli interruttori.

Emax

Nel manuale di installazione degli interruttori aperti Emax, vengono riportate le massime distanze (in mm) dei setti di ancoraggio delle barre a seconda del tipo di terminale:

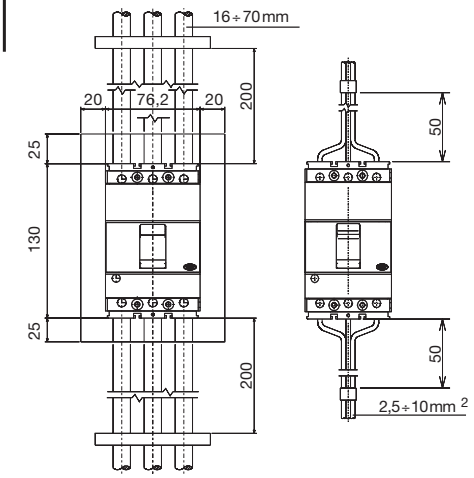


P [mm]	E1-E2	E3-E4-E6	E1-E6
Orizzontali	250	150	-
Verticali	250	150	-
Anteriori	-	-	250
Piani	-	-	250

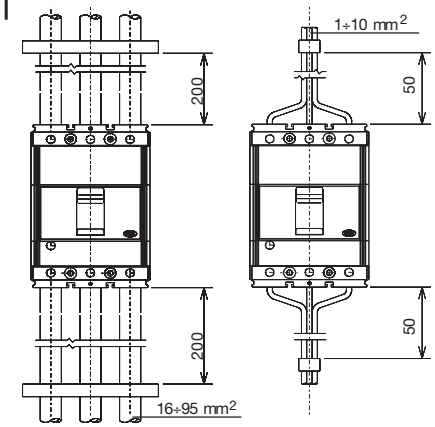
Tmax (T1...T5)

Per gli interruttori scatolati Tmax si fornisce la distanza massima a cui porre il primo setto di ancoraggio.

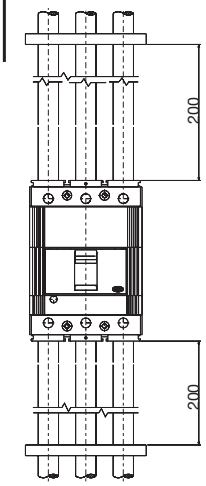
Tmax T1



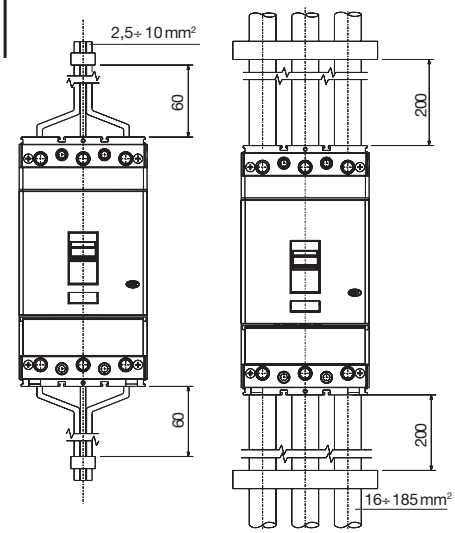
Tmax T2



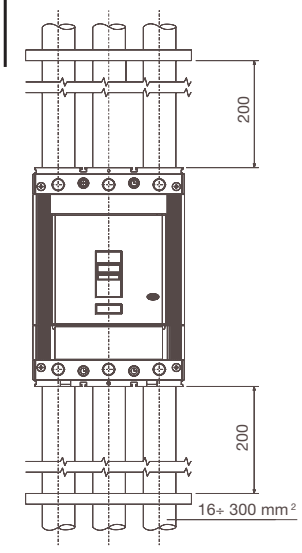
Tmax T3



Tmax T4



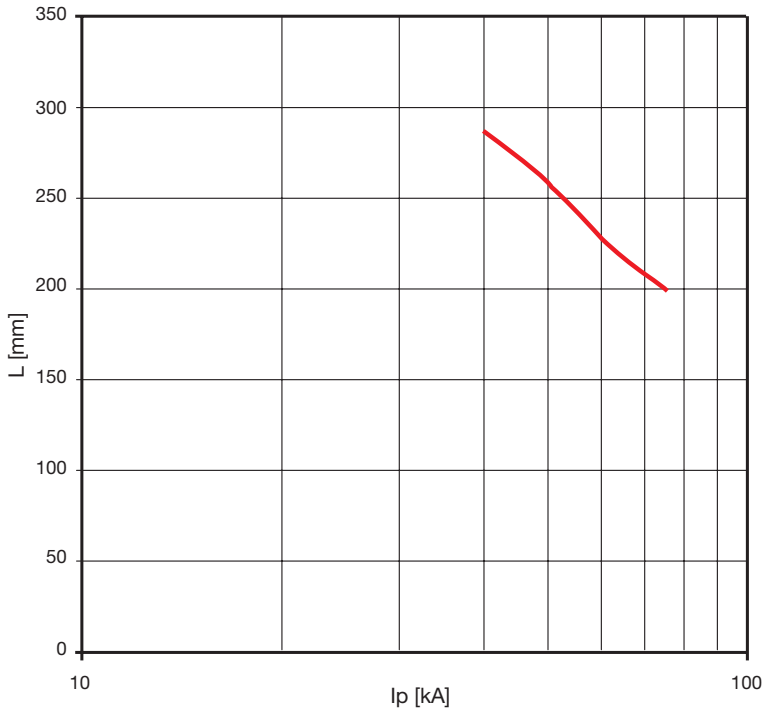
Tmax T5



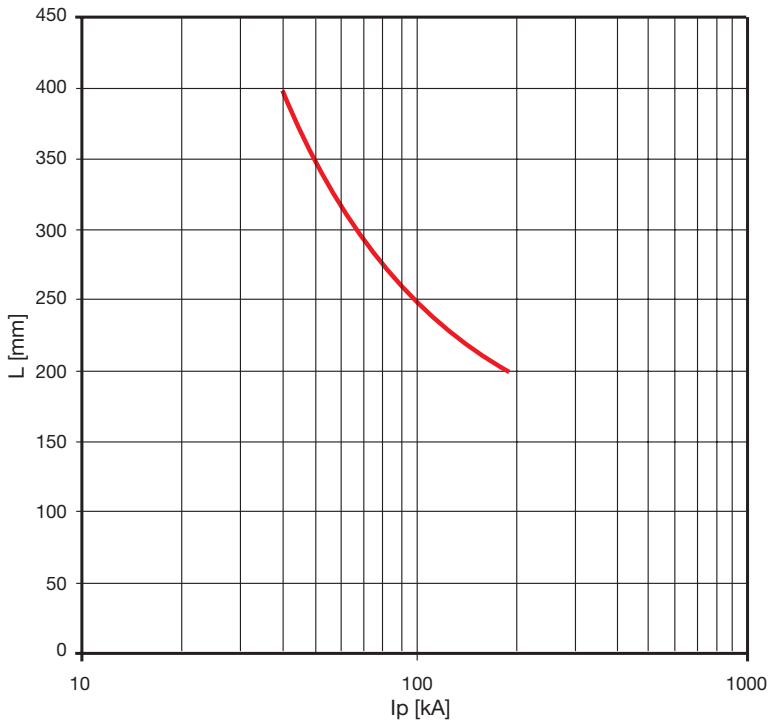
10 Indicazioni pratiche per la realizzazione del quadro

Nel caso di connessioni attraverso barre rigide la distanza massima può essere aumentata al diminuire del picco della corrente di corto presunta. Qui sotto vengono riportati i grafici che forniscono la massima distanza di fissaggio in funzione del picco della corrente di corto circuito massima presunta.
Si ricorda che per determinare il picco di una corrente di corto è possibile utilizzare il coefficiente n della tabella 4 di pagina 43.

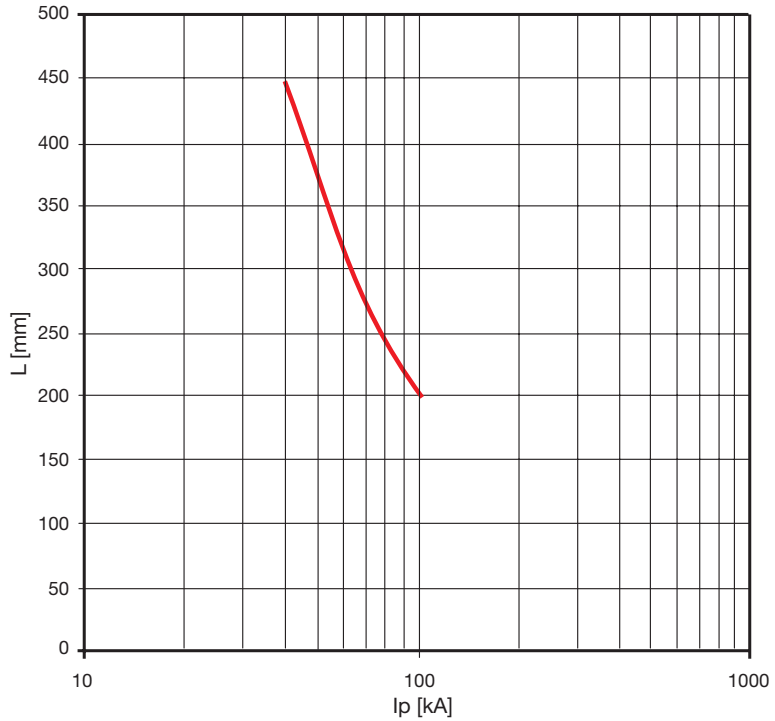
Tmax T1



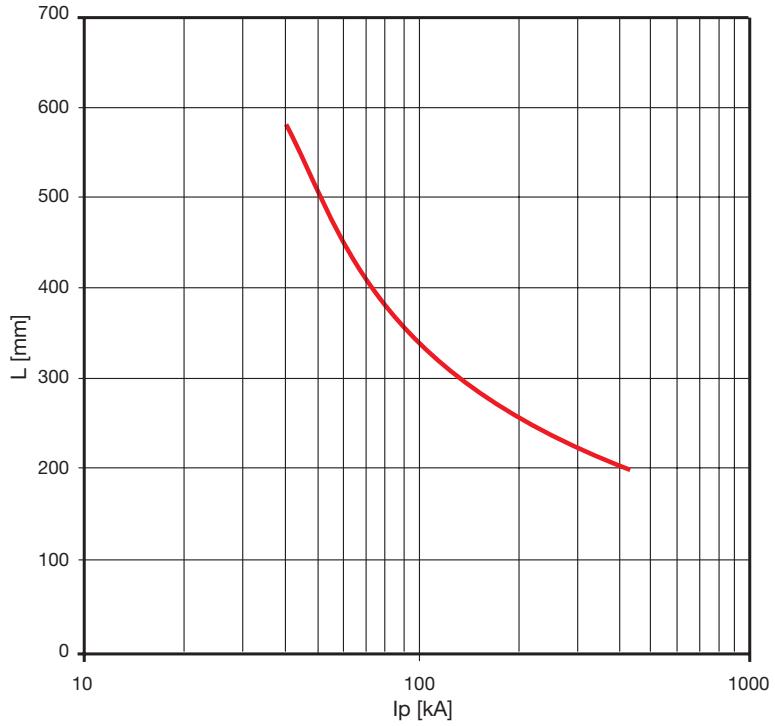
Tmax T2



Tmax T3

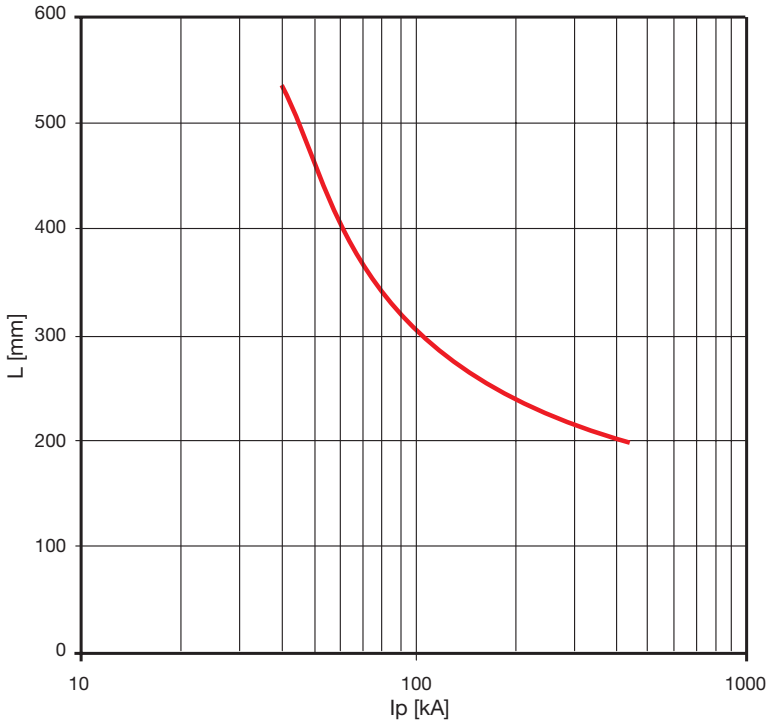


Tmax T4



Valido per:
- terminali anteriori e posteriori
- connessione attraverso barre rigide.

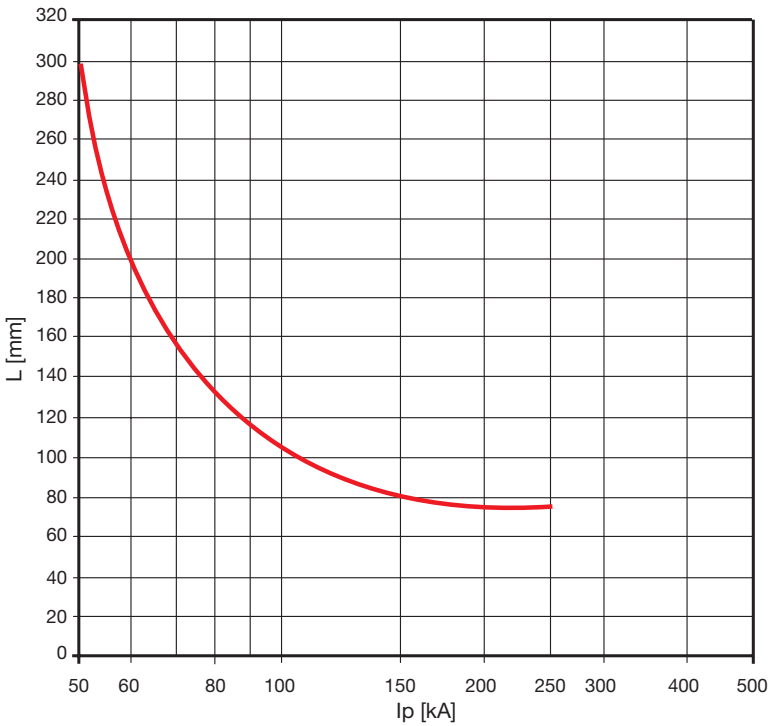
Tmax T5



SACE Isomax (S6-S7)

Per gli interruttori scatolati Isomax si fornisce la distanza massima a cui porre il primo setto di ancoraggio in funzione del picco della corrente di corto presunta.

Isomax S6-S7



11.1 Introduzione

Per prima cosa riportiamo l'elenco delle prove e delle verifiche per i quadri AS ed ANS richieste dalla norma CEI EN 60439-1.

N	Caratteristiche da controllare	AS	ANS
1	Limite di sovratemperatura	Verifica tramite prove (prova di tipo)	Verifica prove o estrapolazione
2	Proprietà dielettriche	Verifica delle proprietà dielettriche tramite prova (prova di tipo)	Verifica tramite prove 8.2.2 o 8.3.2 o verifica della resistenza di isolamento secondo 8.3.4
3	Tenuta al corto circuito	Verifica della tenuta al corto circuito tramite prove (prova di tipo)	Verifica della tenuta al corto circuito tramite prove o estrapolazione da sistemazioni di quadri AS o similari che abbiano superato la prova di tipo
4	Tenuta al corto circuito del circuito di protezione	Verifica dell'effettiva connessione delle masse del quadro e il circuito di protezione, tramite ispezione o misura della resistenza (prova di tipo)	Verifica dell'effettiva connessione delle masse del quadro e il circuito di protezione, tramite ispezione o misura della resistenza
5		Verifica della tenuta al corto circuito del circuito di protezione tramite prova (prova di tipo)	Verifica della tenuta al corto circuito del circuito di protezione tramite prova o adeguato progetto e sistemazione del conduttore di protezione
6	Distanze di isolamento in aria e superficiali	Verifica delle distanze in aria e superficiali (prova di tipo)	Verifica delle distanze in aria e superficiali
7	Funzionamento meccanico	Verifica del funzionamento meccanico (prova di tipo)	Verifica del funzionamento meccanico
8	Grado di protezione	Verifica del grado di protezione (prova di tipo)	Verifica del grado di protezione
9	Cablaggio, funzionamento elettrico	Ispezione dell'apparecchiatura includente l'ispezione del cablaggio e, se necessario, la prova del funzionamento elettrico(prova individuale)	Ispezione dell'apparecchiatura includente l'ispezione del cablaggio e, se necessario, la prova del funzionamento elettrico
10	Isolamento	Prova dielettrica (prova individuale)	Prova dielettrica oppure verifica della resistenza di isolamento secondo 8.3.4 (vedi n° 9 e 11)
11	Misure di protezione	Controllo delle misure di protezione e della continuità elettrica del circuito di protezione (prova individuale)	Controllo delle misure di protezione
12	Resistenza di isolamento		Verifica della resistenza di isolamento se non sono state eseguite le prove secondo 8.2.2 oppure 8.3.2 (vedi n° 2 e n° 9)

Il quadro ArTu di ABB SACE è un sistema costruttivo prestabilito, già sottoposto ad una serie di prove, che permette di realizzare un quadro di tipo AS o ANS senza effettuare alcuna prova di tipo ma solamente le prove individuali (collaudo del quadro).
Per ottenere ciò è necessario utilizzare le carpenterie (con i relativi accessori), gli interruttori (modulari, scatolati e aperti), i sistemi di distribuzione ABB SACE e rispettare i criteri di scelta e le istruzioni di montaggio dei vari componenti.

11.2 Prove e verifiche di tipo

Verifica dei limiti di sovratemperatura
Alla verifica dei limiti di sovratemperatura è dedicato il capitolo 7.
Qui ricordiamo solamente che, dal punto di vista della verifica dei limiti di sovratemperatura,è possibile:

Certificare il quadro come **AS** quando si verificano le due seguenti condizioni
- fra le configurazioni riportate nel paragrafo 7.4 **ne esiste una simile** che, rispetto al quadro da realizzare, presenta varianti (o scostamenti) tali da **non modificare** in modo determinante le prestazioni
- come indicato nel paragrafo 7.3, la totale potenza dissipata del quadro da realizzare Pr risulta **inferiore** alla totale potenza dissipata dal quadro provato Pp.

Certificare il quadro come **ANS** quando si verificano le due seguenti condizioni
- fra le configurazioni riportate nel paragrafo 7.4 **ne esiste una simile** che, rispetto al quadro da realizzare, presenta varianti (o scostamenti) tali da **non modificare** in modo determinante le prestazioni
- la totale potenza dissipata dal quadro da relizzare Pr risulta **superiore** alla totale potenza dissipata dal quadro provato Pp ma la verifica della sovratemperatura illustrata nel paragrafo 7.3 porta ad un **risultato positivo**.

Certificare il quadro come **ANS** quando si verificano le due seguenti condizioni
- fra le configurazioni riportate nel paragrafo 7.4 **non ne esiste** una simile.
- il computo della totale potenza dissipata dagli apparecchi, confrontata con la potenza dissipabile dalla carpenteria (Catalogo generale quadri per distribuzione), porta ad una sovratemperatura che **è accettabile** per i circuiti elettrici e per i dispositivi interni al quadro, funzionanti alla corrente di normale impiego.

Verifica delle proprietà dielettriche

Come specificato dalla norma non è richiesta l'esecuzione di questa prova di tipo sulle parti del quadro che hanno già subito una prova di tipo conforme alle Norme corrispondenti, se la tenuta dielettrica non è compromessa durante il montaggio.

Per quanto riguarda i Quadri ArTu le proprietà dielettriche sono le seguenti:

	ArTu L Parete P=200mm	**ArTu L Pavimento** P=250mm	**ArTu M Parete** P=150/200mm	**ArTu M Pavimento** P=250mm	**ArTu K**
Tensione nominale di impiego	fino a 690 V AC	fino a 690 V AC	fino a 690 V AC	fino a 690 V AC	fino a 690 V AC
Tensione nominale di isolamento	fino a 1000 V AC	fino a 1000 V AC	fino a 1000 V AC	fino a 1000 V AC	fino a 1000 V AC
Tensione nominale di tenuta ad impulso	6 kV	8 kV	6 kV	8 kV	8 kV

Queste proprietà sono da ritenere già verificate a patto che vengano seguite in maniera corretta le istruzioni di montaggio.

Verifica delle tenuta al corto circuito

Alla tenuta al corto circuito è dedicato il capitolo 8 della presente guida.
Come specificato dalla norma non è necessaria la verifica della tenuta al corto circuito:

1. quando la verifica risulta non necessaria dai diagrammi di flusso del paragrafo 8.1
2. per i circuiti ausiliari del quadro previsti per essere collegati a trasformatori la cui potenza nominale non superi i 10 kVA con una tensione nominale secondaria che non sia inferiore a 110 V, oppure non superi 1,6 kVA con una tensione nominale secondaria inferiore a 110 V, e la cui tensione di cortocircuito in entrambi i casi non sia inferiore al 4%.
3. per tutte le diverse parti dell'apparecchiatura che sono gia state soggette a prove di tipo valevoli per le condizioni di posa esistenti.

In particolare, per i sistemi di distribuzione (riportati sul catalogo generale quadri di distribuzione) la tenuta al corto circuito è verificata dall'esito positivo dei diagrammi di flusso del paragrafo 8.3 e dalla corretta esecuzione delle istruzioni di montaggio.

Per le diverse tipologie di quadro sono da considerare verificate le seguenti caratteristiche

		ArTu L Parete P=200mm	ArTu L Pavimento P=250mm	ArTu M Parete P=150/200mm	ArTu M Pavimento P=250mm	ArTu K
Corrente nominale di cortocircuito di breve durata	**fase-fase**	25kA (1s)	35kA (1s)	25kA (1s)	35kA (1s)	105kA (1s) 50kA (3s)
	fase-neutro	9kA (1s)	21kA (1s)	9 kA (1s)	21kA (1s)	60kA (1s)
Corrente nominale di corto circuito di picco max		52,5 kA	73 kA	52,5 kA	73 kA	254 kA

Verifica della tenuta al corto circuito del circuito di protezione

Verifica dell'effettiva connessione delle masse del quadro e il circuito di protezione	Rispettando le indicazioni di montaggio dei componenti metallici è verificata l'effettiva continuità elettrica tra le masse, con valori di resistenza trascurabili.				
Tenuta al corto del circuito di protezione: fase-barra di terra	Rispettando le indicazioni di montaggio e le indicazioni di pag.52 della presente guida è verificata la tenuta al corto del circuito di protezione.				
Massima tenuta al corto fase-barra di terra per struttura	**ArTu L Parete** P=200mm	**ArTu L Pavimento** P=250mm	**ArTu M Parete** P=150/200mm	**ArTu M Pavimento** P=250mm	**ArTu K**
	9 kA (1s)	15 kA (1s)	9 kA (1s)	15 kA (1s)	60 kA (1s)

Verifica delle distanze di isolamento

Rispettando le istruzioni di assiemaggio e montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE, sono garantite le distanze di isolamento.

Verifica del funzionamento meccanico

Attenendosi alle istruzioni di montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE, il funzionamento meccanico è verificato.

Verifica del grado di protezione

Attenendosi alle istruzioni di montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE sono verificati i seguenti gradi di protezione:

	ArTu L Parete P=200mm	ArTu L Pavimento P=250mm	ArTu M Parete P=150/200mm	ArTu M Pavimento P=250mm	ArTu K
Senza porta	IP31	IP31	-	IP31	IP31
Con porta e pannelli laterali areati	-	-	-	-	IP41
Senza porta con kit IP41	-	-	-	-	IP41
Con porta	IP43	IP43	IP65	IP65	IP65

11.3 Prove e verifiche individuali (collaudo del quadro)

Le prove individuali, talvolta chiamate collaudo del quadro, prescritte e definite dalla norma CEI EN 60439-1 all'art. 8.1.2, devono essere effettuate su tutti i quadri a cura dell'assemblatore e al termine dell'assemblaggio e del cablaggio del quadro.
Lo scopo di queste prove è quello di verificare eventuali difetti inerenti ai materiali o difetti di fabbricazione dei componenti e/o dell'assemblaggio del quadro.
Il buon esito delle prove individuali permette di redigere un rapporto di prova (verbale di collaudo) favorevole.
Riportiamo una procedura, tratta dalla guida CEI 17-70, per la verifica delle prove individuali che può fornire al personale qualificato le istruzioni per il corretto svolgimento delle prove.

Procedura e modalità di esecuzione delle prove individuali

Il costruttore del quadro può formalizzare una procedura per quanto concerne:

- le condizioni di prova (personale addestrato, zona dell'officina destinata al collaudo, ecc.) e le misure di sicurezza;
- i documenti di riferimento (dossier tecnici, istruzioni per il montaggio, norme tecniche, ecc.);
- l'identificazione del materiale e controlli a vista, controlli meccanici ed elettrici;
- le prove dielettriche;
- la verifica dei mezzi di protezione e la verifica della continuità del circuito di protezione;
- la misura della resistenza di isolamento per i quadri ANS, in alternativa alla prova dielettrica;
- la documentazione finale (rapporto di prova).

É importante sottolineare comunque che, pur essendo le prove individuali effettuate per norma nell'officina del costruttore del quadro o del quadrista/assemblatore, l'installatore non è esonerato dall'obbligo di accertarsi che il quadro dopo il trasporto e l'installazione non abbia subito danni o modifiche tali da non rispondere più ai requisiti già verificati durante le prove individuali.

Condizioni di prova e misure di sicurezza

All'interno dell'officina si raccomanda che i quadri pronti per le prove individuali vengano posizionati in aree separate ove solo il personale qualificato può avere libero accesso.
Se ciò non fosse possibile, ad esempio per ragioni di spazio, la zona delle prove va delimitata da transenne, cartelli o barriere visibili.
Naturalmente le verifiche possono iniziare soltanto quando il montaggio è stato portato a termine.
Si raccomanda durante la verifica delle proprietà dielettriche, ad esempio nella prova di tensione applicata, di indossare i guanti isolanti in dotazione e utilizzare appositi puntali del tipo a pistola con punte retrattili. Il corpo e le braccia dell'operatore dovrebbero essere opportunamente protetti, salvo che si applichi tensione ad una adeguata distanza di sicurezza.
Di seguito si riportano alcune regole per effettuare le prove individuali in sicurezza.

Prima delle prove:

- posizionare il quadro in una zona adeguata;
- installare correttamente le barriere di protezione;
- effettuare correttamente i collegamenti di alimentazione al quadro (terra e alimentazione);
- effettuare i collegamenti annessi con gli stessi principi (interconnessione tra masse e collegamenti a terra);
- assicurarsi che i dispositivi di sicurezza utilizzati siano perfettamente funzionanti; (ad es. il pulsante di emergenza, i lampeggianti di segnalazione del pericolo, ecc.);
- assicurarsi che non siano presenti persone non autorizzate all'interno della zona riservata per le prove.

Durante le prove:

- in caso di sospensione anche temporanea delle prove, è necessario mettere fuori tensione l'apparecchiatura in prova;
- per le verifiche o misure elettriche sotto tensione è necessario che la persona preposta sia cosciente del pericolo, che gli strumenti di misura utilizzati rispondano ai requisiti di sicurezza e che siano utilizzati dispositivi di protezione adeguati (ad esempio guanti isolanti ecc.);
- non bisogna lasciare i cavi o la strumentazione elettrica al di fuori della zona di prova delimitata.

Documenti di riferimento

Gli elementi specifici al quadro da provare, ai quali il provatore può opportunamente riferirsi, sono gli schemi (unifilari, funzionali, sinottici, ecc.), i disegni (fronte quadro, ingombri, ecc.) e le specifiche particolari.
Il verificatore, oltre che all'ultima edizione delle norme tecniche a cui il quadro è dichiarato conforme, può anche riferirsi alle norme CEI EN 60529 (gradi di protezione degli involucri), alla norma CEI 28-6 (regole per il coordinamento degli isolamenti), ecc.

Identificazione del materiale e controlli

Rappresenta la prima prova individuale prevista dalla norma CEI EN 60439-1, par. 8.3.1.
Essa comprende le seguenti verifiche.

Controlli a vista
Si effettuano visivamente tenendo presente:

a) la conformità del quadro rispetto agli schemi, nomenclature e disegni ed attraverso il numero e tipo degli scomparti, il numero e caratteristiche degli apparecchi, la sezione dei conduttori e la presenza di identificazioni su cavi ed apparecchi (siglature, dicitura delle targhe, ecc.);
b) la presenza dei componenti che permettono di garantire il grado di protezione (tetti, guarnizioni) e l'assenza di difetti sul contenitore (tagli, forature che rischierebbero di compromettere il grado di protezione);
c) la rispondenza alle prescrizioni specifiche, ove richieste dalla distinta di montaggio,come ad esempio:
    - il rivestimento o trattamento delle sbarre (resinatura, argentatura, ecc.);
    - il tipo di cavo (antifiamma, ecologico, ecc.);
    - il materiale sciolto di completamento;
    - il controllo della verniciatura (colore, spessore, ecc.).

Controlli meccanici
Devono essere eseguiti secondo i documenti di riferimento, con riferimento ai seguenti controlli:

- corretto montaggio delle apparecchiature (sistemazione dei collegamenti e, a caso, esatto serraggio delle connessioni);
- posizionamento e chiusura delle bullonerie;
- blocchi e comandi meccanici (dispositivi di blocco inserzione, interblocchi meccanici, interblocchi con chiave e comandi manuali di traslazione degli interruttori e di manovra dei sezionatori utilizzando le leve ed accessori di comando in dotazione al quadro);
- chiusura ed eventuali blocchi delle porte ed eventuali aderenze delle guarnizioni antipolvere alla struttura del quadro.

Controlli elettrici
Le prove funzionali consistono nel verificare il corretto funzionamento di tutti i circuiti (elettrici ed elettromeccanici) simulando, per quanto possibile, le varie condizioni di esercizio dei quadri.
Ad esempio, le prove sui circuiti amperometrici e voltmetrici possono essere eseguite alimentando i circuiti secondari dei TA e TV, senza necessariamente sconnettere i TA dal circuito.
I controlli elettrici possono comprendere la verifica del corretto funzionamento dei circuiti e degli apparecchi ed in particolare:

- circuiti di comando, segnalazione, allarme, intervento, richiusura;
- circuiti di illuminazione e riscaldamento, ove esistano;
- circuiti di protezione e misura (relè di max corrente, di tensione, di terra, differenziali, contattori, amperometri, voltmetri, ecc.);
- morsetti e contatti disponibili in morsettiera;
- dispositivi di sorveglianza dell'isolamento (si devono anche verificare le distanze di isolamento e le linee di fuga a livello dei collegamenti e adattamenti realizzati in officina).

Per eseguire i controlli, oltre ai normali attrezzi meccanici utilizzati per l'assemblaggio, sono necessari strumenti elettrici. Si raccomanda una taratura periodica per ottenere dei risultati affidabili.
Gli strumenti generalmente usati sono:

- un tester o multimetro;
- il banco di prova (in AC e in DC che alimenti il quadro nella prova di funzionamento sotto tensione;
- la chiave dinamometrica (per controllare che siano state applicate le giuste coppie di serraggio sulle connessioni) e utensili vari.

11 Guida alla certificazione secondo la Norma CEI EN 60439-1

Prova di tensione applicata (necessaria per quadri AS)

Le prove dielettriche servono a verificare le distanze di isolamento, la bontà dei materiali isolanti e la corretta esecuzione dei collegamenti dell'apparecchiatura in prova.
Se non si dichiara una Uimp si applica una tensione di prova a frequenza industriale per un secondo tra le fasi, interconnesse tra loro, e il telaio del quadro connesso a terra.
Qui sotto riportiamo i valori della tensione di prova in funzione della tensione nominale di isolamento.

Per i circuiti principali ed i circuiti ausiliari connessi direttamente alla rete:

Tensione nominale di isolamento U_i (tra le fasi) V				Tensione di prova dielettrica in AC V eff._r.m.s.
		$U_i \leq$	60	1000
60	<	$U_i \leq$	300	2000
300	<	$U_i \leq$	690	2500
690	<	$U_i \leq$	800	3000
800	<	$U_i \leq$	1000	3500
1000	<	$U_i \leq$	1500*	3500

* Solo per DC

Per i circuiti ausiliari non connessi direttamente alla rete:

Tensione nominale di isolamento U_i (tra le fasi) V				Tensione di prova dielettrica in AC V eff._r.m.s.
		$U_i \leq$	12	250
12	<	$U_i \leq$	60	500
		$U_i >$	60	2 U_i + 1000 con un minimo di 1500

Tutti gli apparecchi di protezione e manovra devono essere chiusi, oppure la tensione di prova deve essere applicata successivamente a tutte le parti del circuito.
Per questa prova si può utilizzare un generatore di tensione a frequenza industriale (dielettrometro).
La prova è superata se durante l'applicazione della tensione non si verificano né perforazioni né scariche superficiali.
Bisogna scollegare tutti gli apparecchi che assorbono corrente e per i quali l'applicazione delle tensioni di prova provocherebbe un danneggiamento (avvolgimenti, strumenti di misura, interruttori differenziali elettronici, ecc.).

In particolare per i dispositivi ABB SACE valgono le seguenti indicazioni:

Differenziali

interruttore	differenziale	operazione da compiere
Tmax	RC221 RC222	Ruotare l'apposito selettore sul fronte del relè
Isomax, Emax	RCQ	È necessario disconnetterlo manualmente

Relè elettronici

interruttore	tipo di relè	operazione da compiere
Tmax	PR221 PR222	Nessuna operazione
Isomax	PR211 PR212	Nessuna operazione
Emax Esecuzione fissa	PR111 PR112	Disconnettere, se presenti i cablaggi relativi a T1, T2, T3, T4 Disconnettere, se presenti i cablaggi relativi a: K1, K2, K3, K4,
Emax Esecuzione fissa	PR113	K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12-T7, K13-T8, K14, K15-T9, K16, T10, D13-K17, D14-K18, 12, 14, 38, W1, W2, CC1, W3, W4, CC2, C1, C3-K19, C11, C13-K20, T1, T2, T3, T4, T5, T6.
Emax Esecuzione Estraibile	PR111 PR112 PR113	Portare l'interruttore in posizione di estratto

Si devono inoltre disconnettere tutti gli accessori degli interruttori connessi direttamente alla rete (minima tensione, bobine di apertura, comandi a motore ecc.)

Verifica dei mezzi di protezione e della continuità del circuito di protezione

La prova individuale, prevista dalla CEI EN 60439-1 in 8.3.3, richiede il controllo della continuità del circuito di protezione.
La buona realizzazione del circuito di protezione viene accertata:

- visivamente (ad es. si accerta la presenza di dispositivi che assicurino il contatto ai fini della continuità del conduttore di terra, ecc.);
- meccanicamente (controllo dei serraggi delle connessioni, a campione);
- elettricamente (verifica della continuità del circuito).

Gli strumenti utilizzati sono un tester e una chiave dinamometrica.

Verifica della resistenza di isolamento

Nel caso di quadri ANS si realizza una misura della resistenza di isolamento in conformità con la norma CEI EN 60439-1 art. 8.3.4, in alternativa alla prova di tensione applicata.
La prova si effettua applicando tra i circuiti e la massa una tensione di 500 V e l'esito è positivo se, per ciascun circuito provato, la resistenza di isolamento è superiore di 1000 W/V, riferiti alla tensione nominale verso terra per ciascun circuito.
Anche in questo caso, le apparecchiature che assorbono corrente devono essere scollegate.
Per la prova può essere utilizzato un apparecchio di misura di resistenza (megaohmmetro o megger).

Documentazione finale e termine delle prove

È utile adottare dei moduli analitici nei quali compaiano tutte le verifiche, anche di dettaglio. In questo modo si possono stralciare una per volta le varie voci per assicurarsi di avere compiuto tutte le operazioni richieste.

Un esempio di tabella con riassunte le verifiche previste per un quadro sottoposto alle prove individuali è riportato nell'appendice A.

Al termine è opportuno redigere un rapporto di prova in cui si riportano le prove specificate dalla norma e, per ognuna di esse, l'esito ottenuto.
Un esempio di rapporto di prova è riportato nell'appendice A.

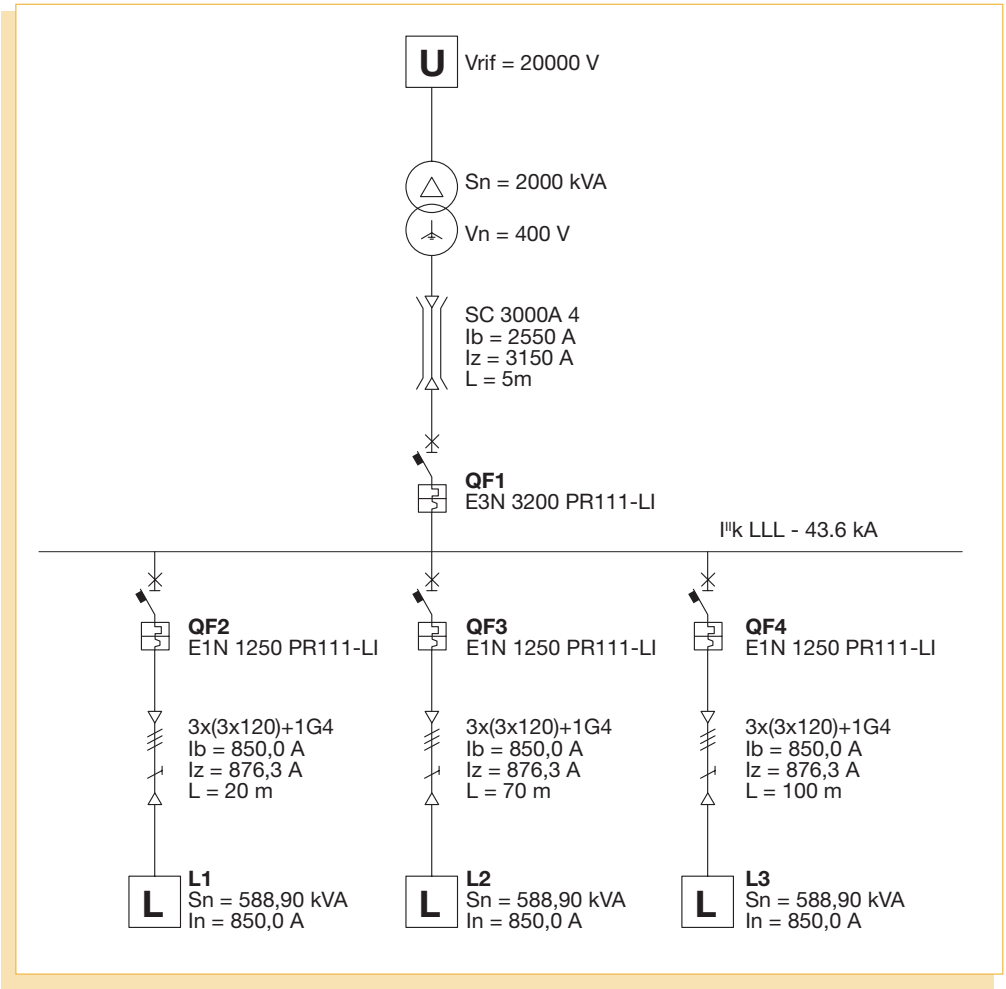
12 Esempio di realizzazione di un quadro ArTu

Questo paragrafo ha lo scopo di aiutare il quadrista e il progettista nella realizzazione di un quadro ArTu di ABB SACE.
Per fare ciò si partirà dallo schema unifilare di un impianto per arrivare, attraverso la selezione dei componenti, alla realizzazione del quadro ed alla relativa dichiarazione di conformità alla 60439-1.
Caratteristiche del quadro, da capitolato, sono:

- quadro non segregato
- IP 65
- esposto a muro

12.1 Schema unifilare

Supponiamo che venga richiesta la realizzazione di un quadro di distribuzione principale posto subito a valle di un trasformatore MT/BT da 2000kVA. Da questo quadro partono tre linee da 850A che andranno ad alimentare altri quadri di distribuzione dei quali però non ci occupiamo.
Per ragioni di selettività con gli interruttori dei quadri a valle si è scelto di utilizzare interruttori di tipo aperto in derivazione dalle sbarre.
La corrente di corto alle sbarre di distribuzione principale è pari a 43,6 kA



12.2 Selezione degli interruttori e delle condutture esterne al quadro

Interruttori

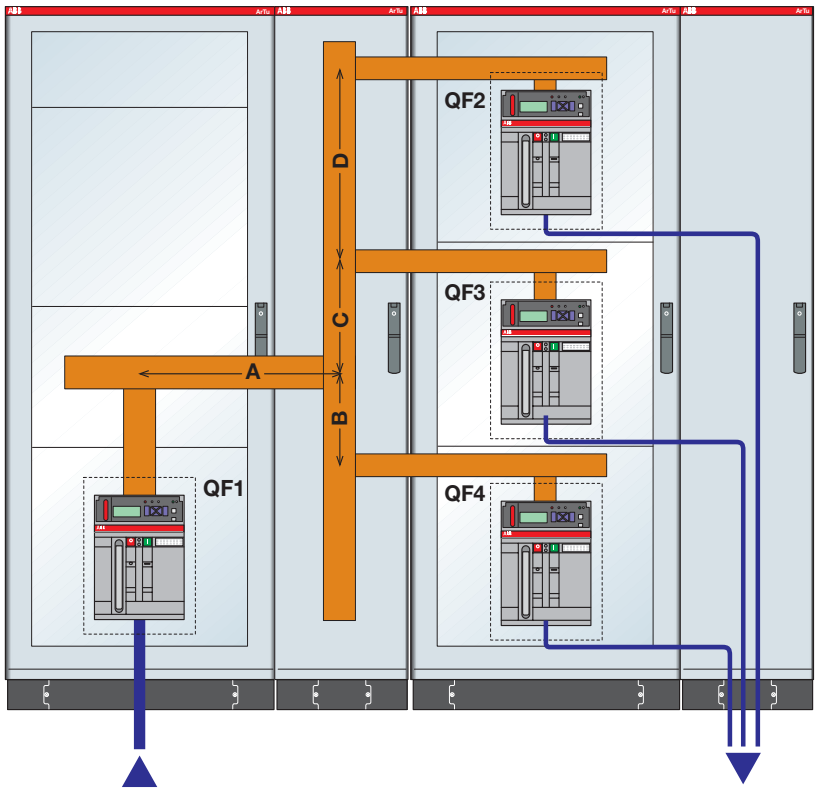
Come mostrato nello schema unifilare gli interruttori scelti sono:
1 Emax E3N3200 PR111-LSI In 3200 (interruttore generale del quadro)
3 Emax E1N1250 PR111-LSI In 1250 (interruttori per le tre partenze)

Condutture

In arrivo, proveniente dal trasformatore si ha:
1 Blindosbarra con Iz = 3150 A; L = 5 m
In partenza dal quadro, ipotizzando una posa aerea su passerelle perforate, si hanno:
1 cavo di L = 20m 3x(3x120) Iz = 876,3 A
1 cavo di L = 70m 3x(3x120) Iz = 876,3 A
1 cavo di L = 100m 3x(3x120) Iz = 876,3 A

12.3 Fronte quadro, sistema di distribuzione e carpenteria

Per quanto riguarda il posizionamento degli apparecchi è stato scelto di alloggiare l'interruttore generale in una colonna, e le tre partenze in un'altra.
Provenendo dal basso l'alimentazione è stato deciso di posizionare in basso il QF1.
Il quadro è di tipo non segregato.
Una possibile disposizione delle barre e degli interruttori è riportata nella figura seguente



12 Esempio di realizzazione di un quadro ArTu

Sistema di distribuzione

Per quanto riguarda le barre interne al quadro, in prima approssimazione, si scelgono in funzione della taglia dell'interruttore:

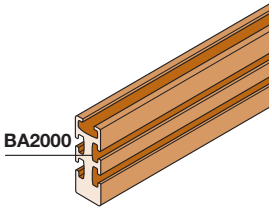
Barre di distribuzione principale (interruttore QF1)
(Dal catalogo generale quadri per distribuzione)

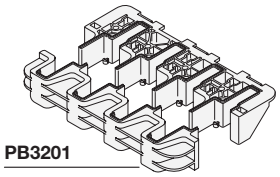
BA2000 In=3200 A (IP65) Icw max =100 kA

Per raggiungere una Icw adeguata al valore di corto dell'impianto si devono posizionare:

4 portabarre **PB3201** ad una distanza massima di 550mm (Icw =35 kA)

Essendo in presenza di interruttori aperti non limitatori, la Icw del sistema di distribuzione deve essere maggiore della Icc presunta alle sbarre.



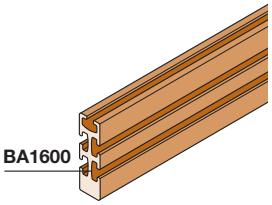


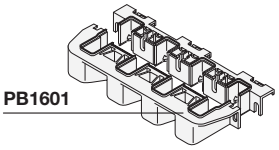
Barre di derivazione degli interruttori (interruttori QF2, QF3, QF4)
(Dal catalogo generale quadri per distribuzione)

BA1250 In= 1250 A (IP65) Icw max = 75 kA

Per raggiungere una Icw pari adeguata al valore di corto dell'impianto si devono posizionare:

2 portabarre **PB1601** ad una distanza massima di 550mm (Icw =35 kA)

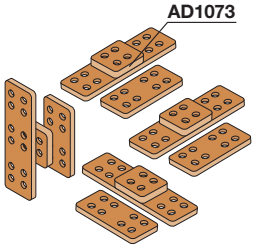


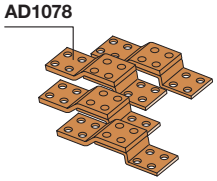


Tratti di congiunzione tra interruttori e barre (interruttori QF2, QF3, QF4).
Nel Catalogo tecnico Emax sono riportate le sezioni delle barre per il collegamento degli interruttori:
E3N32 3200 A Sezione 3x(100x10)
E1N12 1250 A Sezione 1x(80x10)
Si devono inoltre rispettare la massima distanza di ancoraggio del primo setto riportata a pagina 56 della presente guida in funzione dei terminali.

Giunti per barre

Come riportato sul "Catalogo generale quadri per distribuzione" sono necessari i seguenti giunti:
Congiunzione di barra da 3200 a barra da 3200, giunto a T, **AD1073**
Congiunzione di barra da 3200 a barra da 1250, **AD1078**



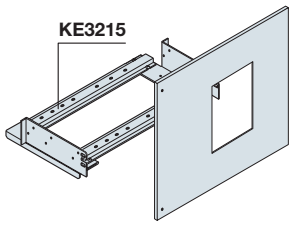


Barra di terra
Come indicato a pagina 52 della presente guida, la barra di terra deve avere una sezione minima pari a $^1/_4$ della sezione delle barre principali. Si è scelta quindi un barra da 50x10

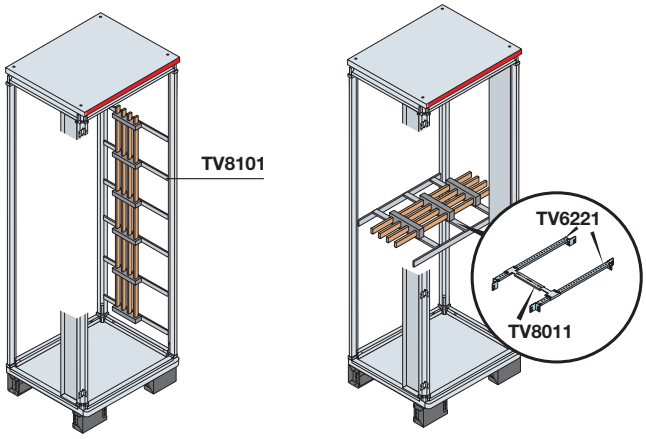
Carpenteria
Per quanto riguarda la carpenteria si utilizza un quadro della serie ArTu K con porta (IP 65).
Per poter alloggiare gli interruttori, il sistema di barre verticale, e i cavi in uscita si utilizzano:
2 colonne per gli interruttori
2 vani portacavi, uno per il sistema di barre e uno per i cavi in uscita .

Per una corretta selezione della struttura si consiglia di consultare il “Catalogo generale quadri per distribuzione” dove:
- per alloggiare interruttori Emax E1-E2-E3 è necessario un quadro di profondità 800mm, larghezza 600mm e un kit per l’installazione **KE3215**

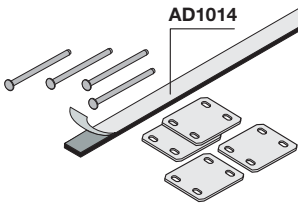
Il vano cavi scelto ha ovviamente 800mm di profondità e 300mm di larghezza.



Nel catalogo generale quadri per distribuzione si trovano le traverse di fissaggio per le barre a profilo sagomato:
Per le barre orizzontali da 3200 A (**BA2000**) il tipo di installazione scelto è il numero 5, per cui la scelta corretta è dei due componenti **TV6221** e un **TV8011**.
Per le barre verticali da 3200 A (**B2000**) il tipo di installazione scelto è il numero 2, per cui la scelta corretta è del componente **TV8101**
Per le barre orizzontali da 1250 A (**BA1250**) il tipo di installazione scelto è il numero 5, per cui la scelta corretta è dei due componenti **TV6221** e un **TV8011**.



Come specificato nel catalogo generale quadri per distribuzione la struttura deve essere completata con i kit di affiancamento (**AD 1014**).



12.4 Conformità alla Norma CEI EN 60439-1

Risulta necessario verificare la conformità del quadro alla norma CEI EN 60439-1.
Prendendo come riferimento il capitolo 11 analizziamo le verifiche.

Verifica termica del quadro
Andando ad analizzare le configurazioni riportate nel paragrafo 7.4 si osserva che quella di pagina 36, e cioè il Test N° 7, è simile alla configurazione da realizzare:

- dimensioni del quadro,
- tipo e numero di apparecchiature,
- grado di protezione,
- forma di segregazione,
- valore delle correnti nei diversi apparecchi durante la prova,
- modalità di installazione (esposto, a muro, coperto su un lato...).

La differenza più evidente è nella collocazione dell'interruttore generale.
Nel quadro provato esso si trova nella parte alta del quadro, mentre nel quadro da realizzare si trova nella parte bassa. Non essendoci però altri apparecchi all'interno di questa colonna ed avendo posizionato l'interruttore in una zona più fredda rispetto a quella del quadro provato, si può ritenere che tale variante **non modifichi in modo determinante le prestazioni del quadro** (sempre dal punto di vista termico).
Passiamo ora al computo della potenza dissipata all'interno del quadro.

Interruttore	**Tipo**	**In**	**corrente**	**Potenza**
QF1	E3 3200	3200	2550	210 (x1,3)
QF2	E2 1250	1250	850	33 (x1,3)
QF3	E2 1250	1250	850	33 (x1,3)
QF4	E2 1250	1250	850	33 (x1,3)
Totale potenza dissipata dagli interruttori				**402 W**
Barre		lunghezza		
A (BA2000)	3x100x10	0,8	2550	134 W
B (BA2000)	3x100x10	0,3	850	5,6 W
C (BA2000)	3x100x10	0,3	1700	23 W
D (BA2000)	3x100x10	0,6	850	11 W
E (BA1250)	120x10	0,36	850	17 W
F (BA1250)	120x10	0,36	850	17 W
G (BA1250)	120x10	0,36	850	17 W
Totale potenza dissipata dalle barre				**225 W**
Cavo	Sezione	Lunghezza	corrente	Potenza
QF1	SC3000	circa nulla	2550	0 W
QF2	3x120	1700	850	232 W
QF3	3x120	1200	850	164 W
QF4	3x120	circa nulla	850	0 W
Totale potenza dissipata dai cavi				**396 W**
TOTALE POTENZA DISSIPATA				**1023 W**

Essendo la totale potenza dissipata all'interno del quadro da realizzare minore della totale potenza dissipata nel quadro testato (1385W) i limiti di sovratemperatura risultano verificati.

Verifica delle proprietà dielettriche

Proprietà dielettriche del quadro

Tensione nominale di impiego	Ue= 400 V
Tensione di isolamento	Ui= 1000 V
Tensione nominale di tenuta ad impulso	Uimp= 8 kV

Queste proprietà sono da ritenere già verificate a patto che vengano seguite in maniera corretta le istruzioni di montaggio.

Verifica della tenuta al corto

Con le scelte effettuate per le barre e per gli interruttori, e seguendo in maniera corretta le istruzioni di montaggio, la tenuta al corto circuito e verificata per un valore di Icw pari a:
Icw=35kA

Verifica della tenuta al corto del circuito di protezione

Rispettando le indicazioni di montaggio dei componenti metallici è verificata l'effettiva continuità elettrica tra le masse,con valori di resistenza trascurabili.
Avendo scelto sezione della barra di terra come indicato a pagina 52, è verificata la tenuta al corto del circuito di protezione.

Verifica delle distanze di isolamento

Rispettando le istruzioni di assiemaggio e montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE, sono garantite le distanze di isolamento.

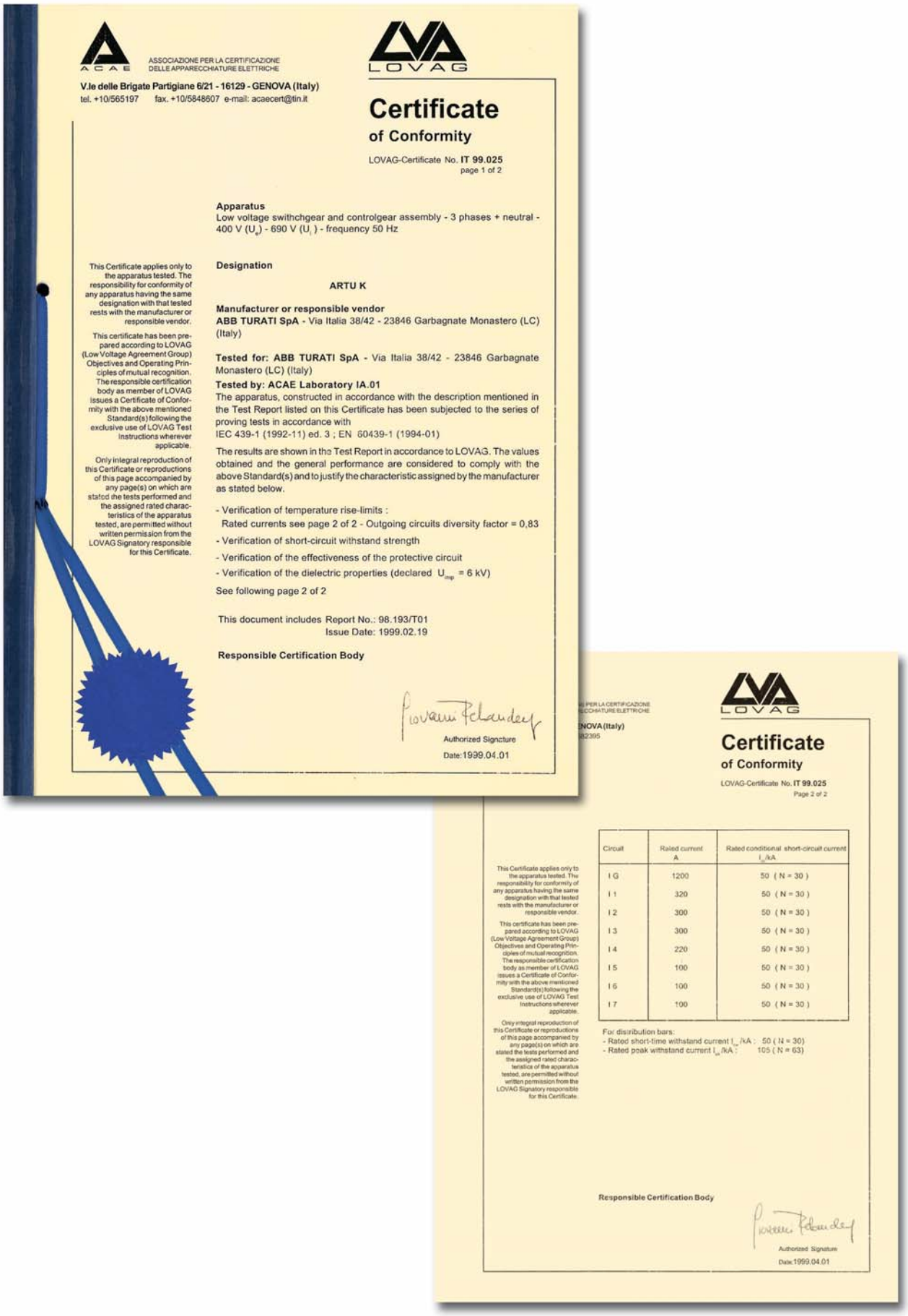
Verifica del funzionamento meccanico

Attenendosi alle istruzioni di montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE, il funzionamento meccanico è verificato.

Verifica del grado di protezione

Attenendosi alle istruzioni di montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE è verificato il seguente grado di protezione:
IP65

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE
V.le delle Brigate Partigiane 6/21 - 16129 - GENOVA (Italy)
tel. +10/565197 fax. +10/5848607 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 99.025**
page 1 of 2

Apparatus
Low voltage swithchgear and controlgear assembly - 3 phases + neutral - 400 V (U_e) - 690 V (U_i) - frequency 50 Hz

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test Instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

Designation
ARTU K

Manufacturer or responsible vendor
ABB TURATI SpA - Via Italia 38/42 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) (Italy)

Tested for: ABB TURATI SpA - Via Italia 38/42 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) (Italy)
Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with
IEC 439-1 (1992-11) ed. 3 ; EN 60439-1 (1994-01)

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- Verification of temperature rise-limits :
  Rated currents see page 2 of 2 - Outgoing circuits diversity factor = 0,83
- Verification of short-circuit withstand strength
- Verification of the effectiveness of the protective circuit
- Verification of the dielectric properties (declared U_{imp} = 6 kV)

See following page 2 of 2

This document includes Report No.: 98.193/T01
Issue Date: 1999.02.19

Responsible Certification Body

Authorized Signature
Date:1999.04.01

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 99.025**
Page 2 of 2

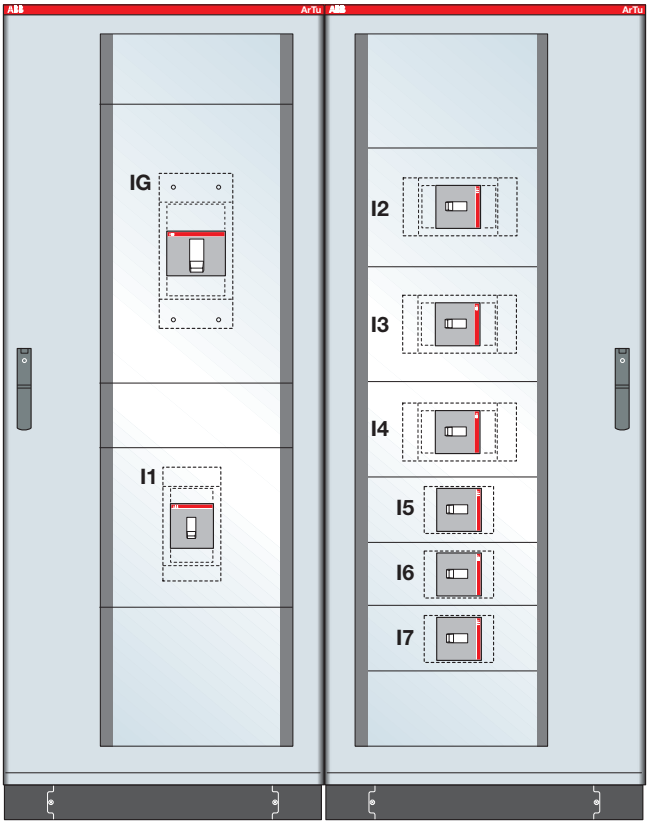
Circuit	Rated current A	Rated conditional short-circuit current I_{cc}/kA
I G	1200	50 (N = 30)
I 1	320	50 (N = 30)
I 2	300	50 (N = 30)
I 3	300	50 (N = 30)
I 4	220	50 (N = 30)
I 5	100	50 (N = 30)
I 6	100	50 (N = 30)
I 7	100	50 (N = 30)

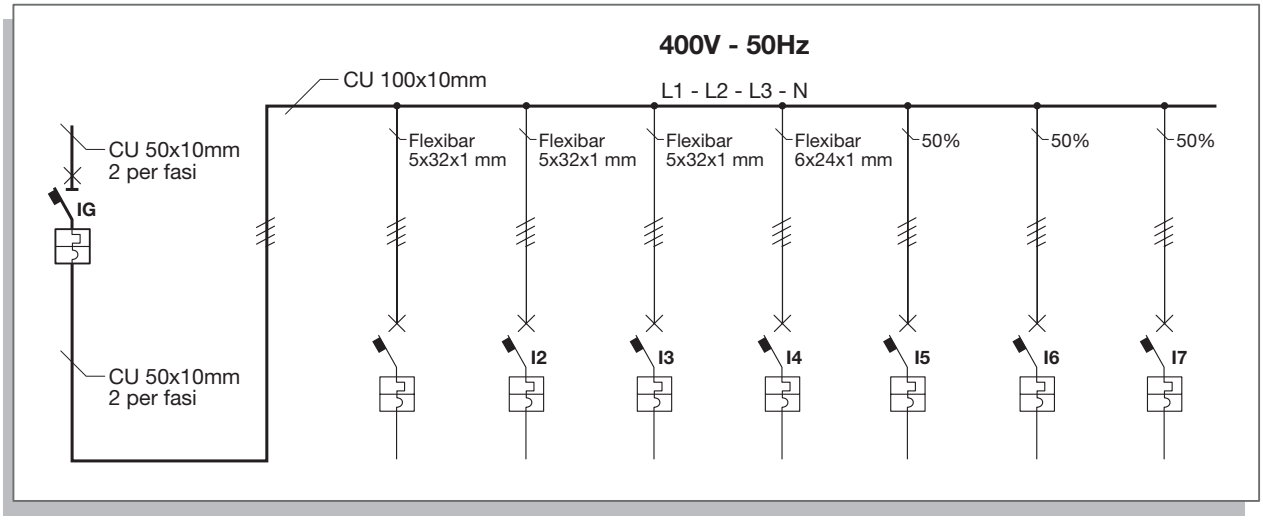
For disiribution bars:
- Rated short-time withstand current I_{cw}/kA : 50 (N = 30)
- Rated peak withstand current I_{pk}/kA : 105 (N = 63)

Responsible Certification Body

Authorized Signature
Date:1999.04.01

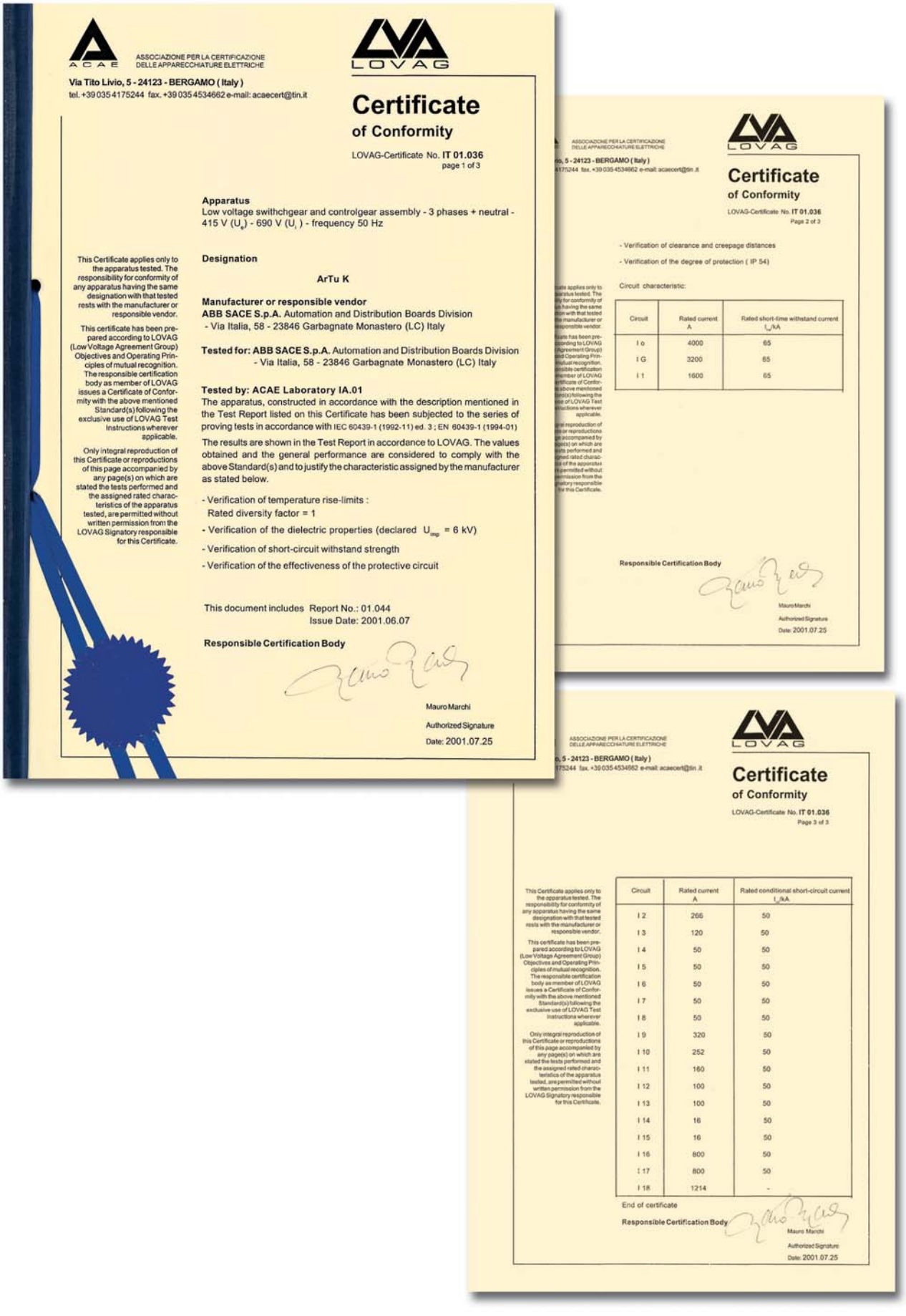
Appendice A: certificati LOVAG ACAE





Circuito		IG	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7
Interruttori o sezionatori	Tipo	Isomax S7 H	Isomax S5 H	Isomax S5 H	Isomax S5 H	Isomax S4 H	Isomax S2 S	Isomax S2 S	Isomax S2 S
	Poli - portata	4x1600 A	4x400 A	4x400 A	4x400 A	4x250 A	4x125 A	4x125 A	4x125 A

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE
A C A E

Via Tito Livio, 5 - 24123 - BERGAMO (Italy)
tel. +39 035 4175244 fax. +39 035 4534662 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate
of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 01.036**
page 1 of 3

Apparatus
Low voltage swithchgear and controlgear assembly - 3 phases + neutral - 415 V (U_e) - 690 V (U_i) - frequency 50 Hz

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test Instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

Designation

ArTu K

Manufacturer or responsible vendor
ABB SACE S.p.A. Automation and Distribution Boards Division
- Via Italia, 58 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) Italy

Tested for: ABB SACE S.p.A. Automation and Distribution Boards Division
- Via Italia, 58 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) Italy

Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with IEC 60439-1 (1992-11) ed. 3 ; EN 60439-1 (1994-01)

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- Verification of temperature rise-limits :
  Rated diversity factor = 1
- Verification of the dielectric properties (declared U_{imp} = 6 kV)
- Verification of short-circuit withstand strength
- Verification of the effectiveness of the protective circuit

This document includes Report No.: 01.044
Issue Date: 2001.06.07

Responsible Certification Body

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2001.07.25

LOVAG

Certificate
of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 01.036**
Page 2 of 3

- Verification of clearance and creepage distances
- Verification of the degree of protection (IP 54)

Circuit characteristic:

Circuit	Rated current A	Rated short-time withstand current I_{cw} kA
I o	4000	65
I G	3200	65
I 1	1600	65

Responsible Certification Body

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2001.07.25

LOVAG

Certificate
of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 01.036**
Page 3 of 3

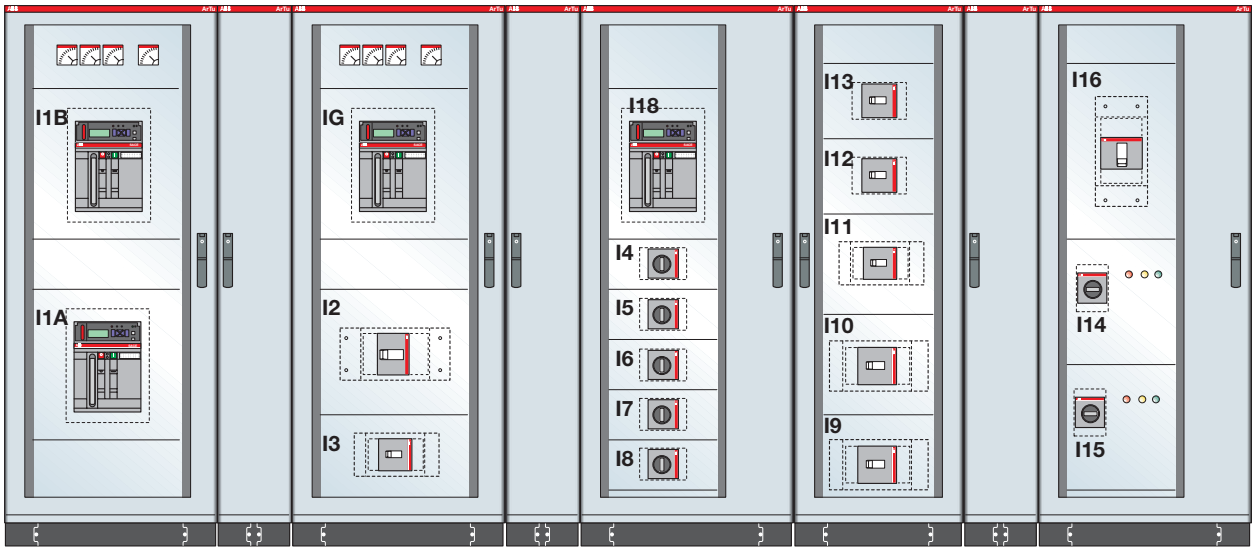
Circuit	Rated current A	Rated conditional short-circuit current I_{cc} kA
I 2	266	50
I 3	120	50
I 4	50	50
I 5	50	50
I 6	50	50
I 7	50	50
I 8	50	50
I 9	320	50
I 10	252	50
I 11	160	50
I 12	100	50
I 13	100	50
I 14	16	50
I 15	16	50
I 16	800	50
I 17	800	50
I 18	1214	-

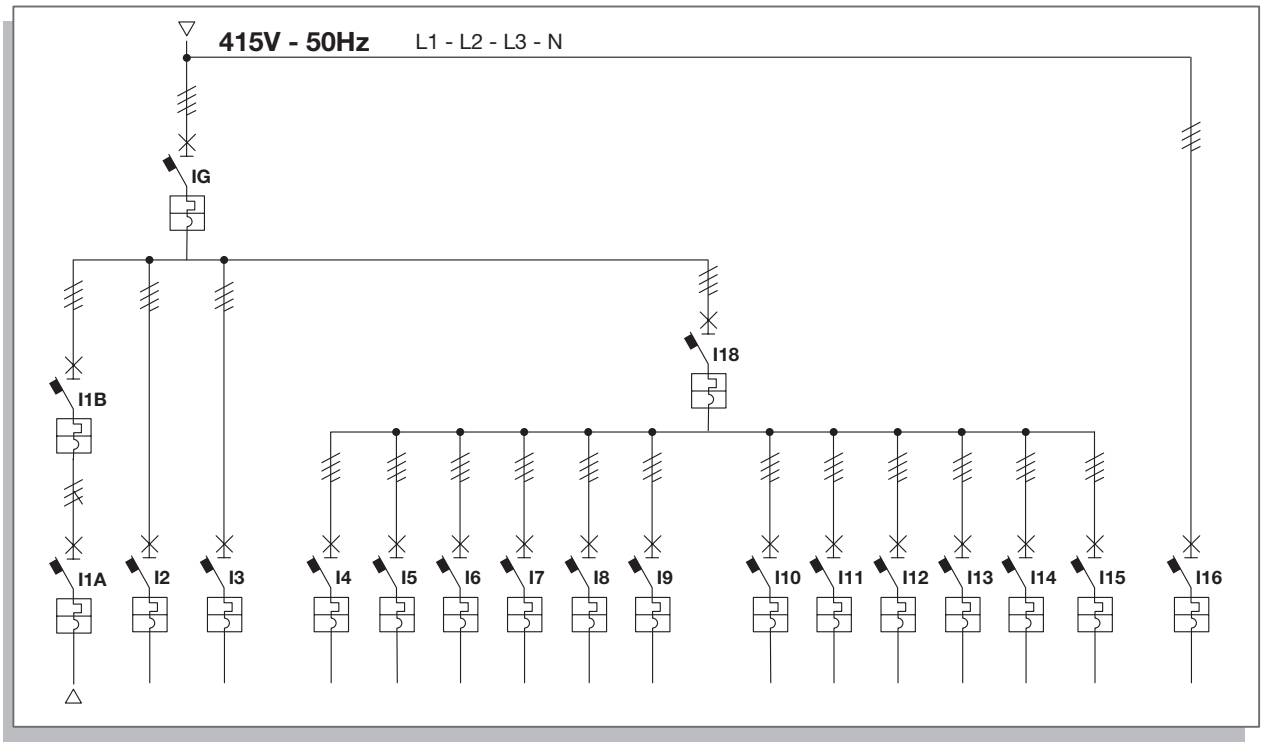
End of certificate

Responsible Certification Body

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2001.07.25

Appendice A: certificati LOVAG ACAE

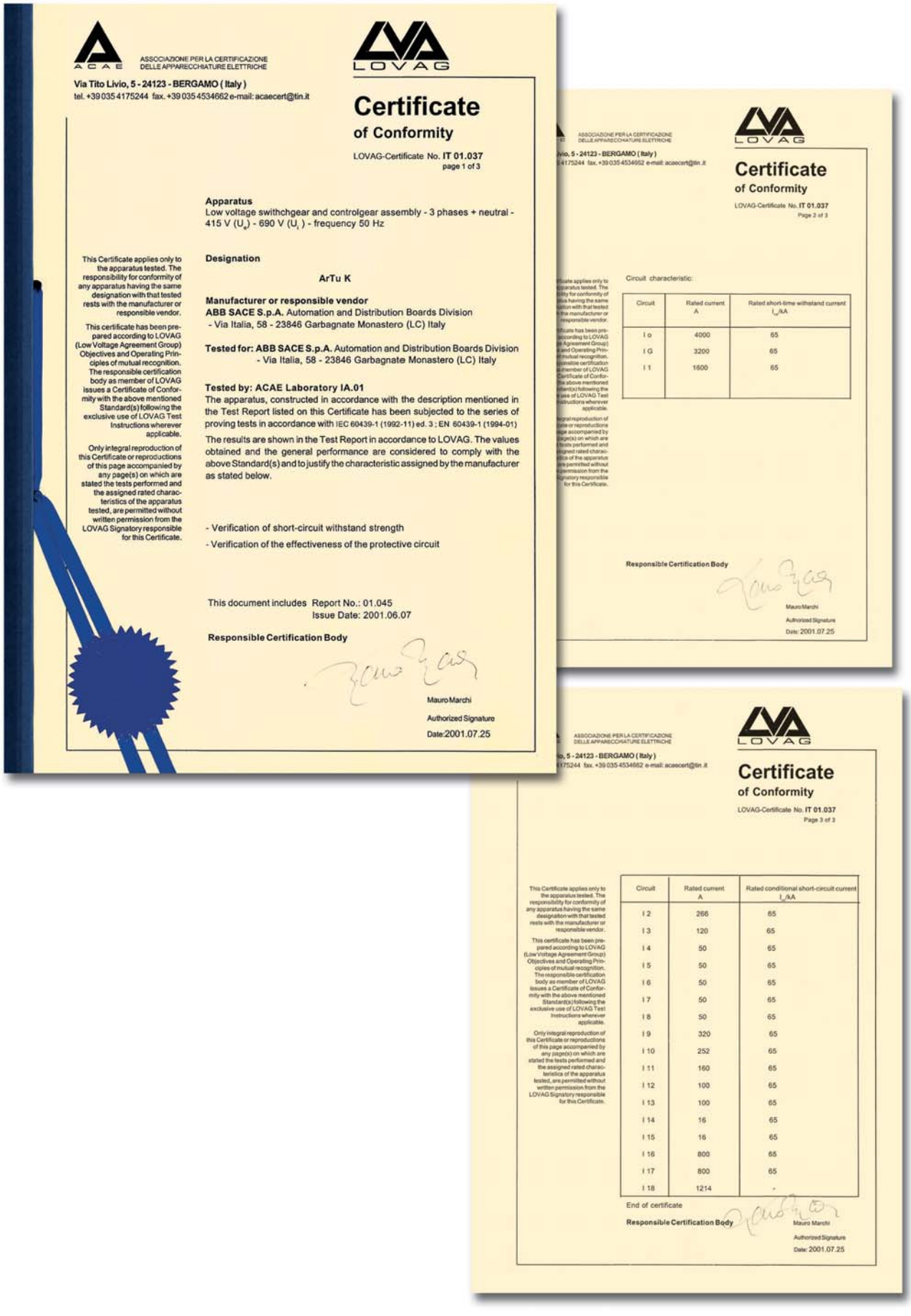




Circuito		IG	I1 A-B	I2	I3	I4 ÷ I8	I9	I10	I11	I12-13	I14-15
Interruttori o sezionatori	Tipo	Emax E4 H	Emax E3 S	Isomax S7 H	Isomax S5 H	Isomax S2 S	Isomax S6 H	Isomax S6 H	Isomax S5 H	Isomax S3 H	Isomax S2 S
	Poli - portata	4x4000 A	4x2000 A	4x1600 A	4x400 A	4x160 A	4x800 A	4x630 A	4x400 A	4x250 A	4x160 A

Circuito		I16	I18								
Interruttori o sezionatori	Tipo	Isomax S7 H	Emax E2 N								
	Poli - portata	4x1600 A	4x1600 A								

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Via Tito Livio, 5 - 24123 - BERGAMO (Italy)
tel. +39 035 4175244 fax. +39 035 4534662 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate
of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 01.037**
page 1 of 3

Apparatus
Low voltage swithchgear and controlgear assembly - 3 phases + neutral - 415 V (U_e) - 690 V (U_i) - frequency 50 Hz

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test Instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

Designation

ArTu K

Manufacturer or responsible vendor
ABB SACE S.p.A. Automation and Distribution Boards Division
- Via Italia, 58 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) Italy

Tested for: ABB SACE S.p.A. Automation and Distribution Boards Division
- Via Italia, 58 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) Italy

Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with IEC 60439-1 (1992-11) ed. 3 ; EN 60439-1 (1994-01)

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- Verification of short-circuit withstand strength
- Verification of the effectiveness of the protective circuit

This document includes Report No.: 01.045
Issue Date: 2001.06.07

Responsible Certification Body

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date:2001.07.25

LOVAG

Certificate
of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 01.037**
Page 2 of 3

Circuit characteristic:

Circuit	Rated current A	Rated short-time withstand current I_{cw}kA
I o	4000	65
I G	3200	65
I 1	1600	65

Responsible Certification Body

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2001.07.25

LOVAG

Certificate
of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 01.037**
Page 3 of 3

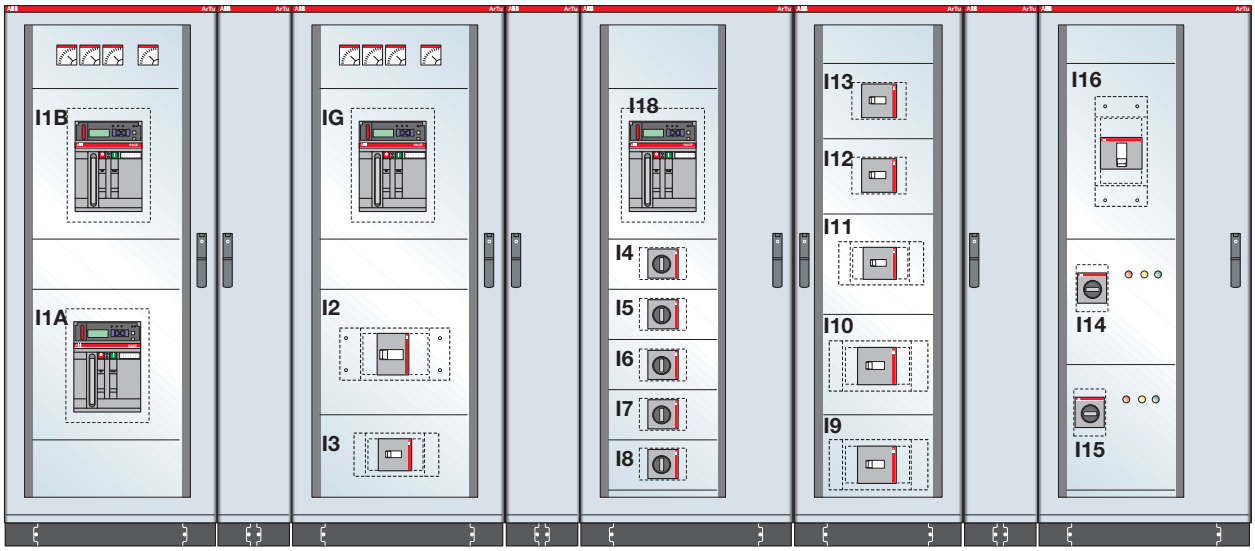
Circuit	Rated current A	Rated conditional short-circuit current I_{cc}kA
I 2	266	65
I 3	120	65
I 4	50	65
I 5	50	65
I 6	50	65
I 7	50	65
I 8	50	65
I 9	320	65
I 10	252	65
I 11	160	65
I 12	100	65
I 13	100	65
I 14	16	65
I 15	16	65
I 16	800	65
I 17	800	65
I 18	1214	-

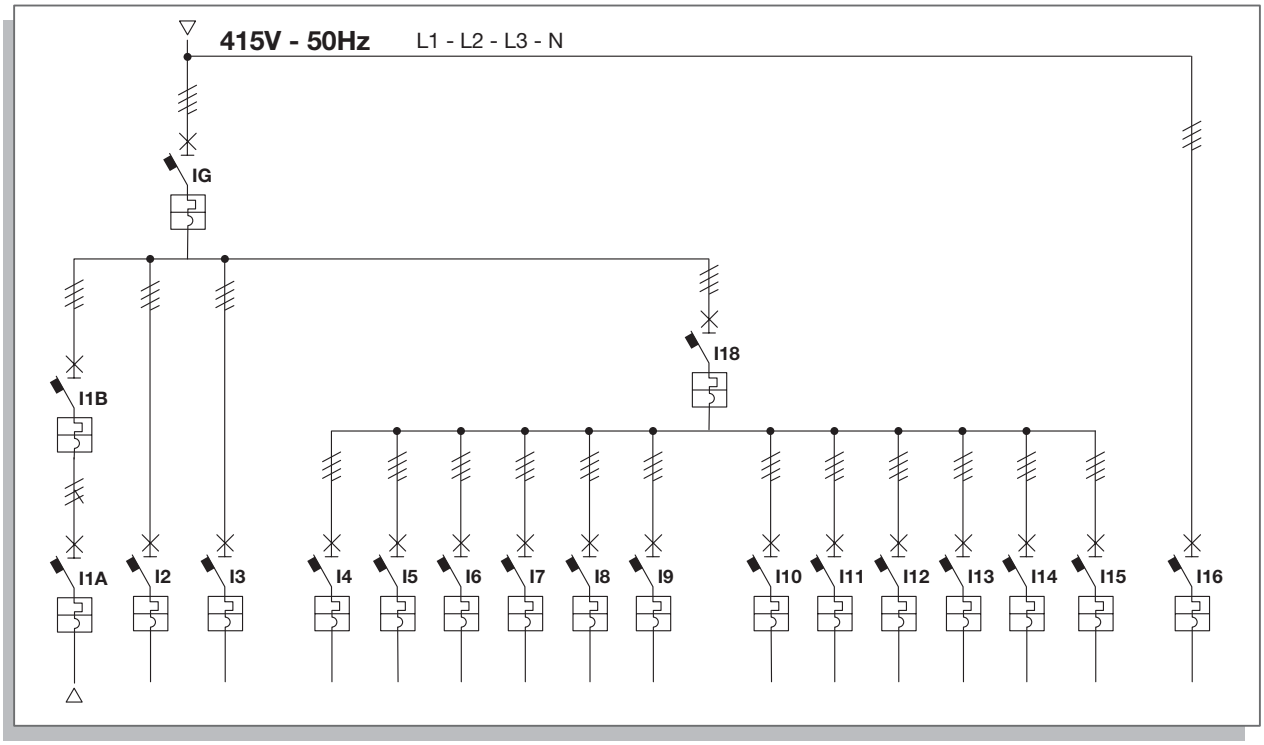
End of certificate

Responsible Certification Body

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2001.07.25

Appendice A: certificati LOVAG ACAE

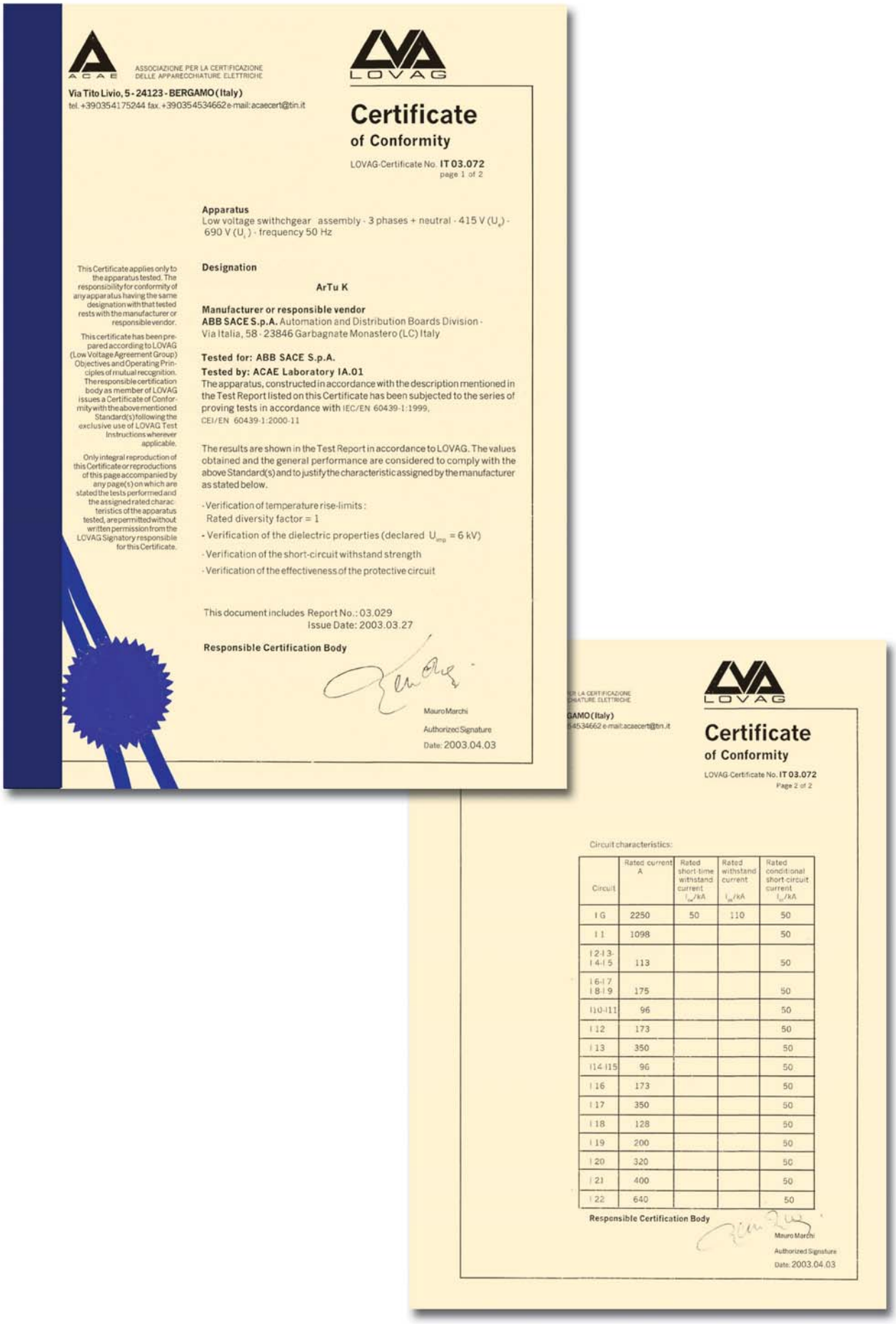




Circuito		IG	I1 A-B	I2	I3	I4 ÷ I8	I9	I10	I11	I12-13	I14-15
Interruttori o sezionatori	Tipo	Emax E4 H	Emax E3 S	Isomax S7 H	Isomax S5 H	Isomax S2 X	Isomax S6 H	Isomax S6 H	Isomax S5 H	Isomax S3 H	Isomax S2 S
	Poli - portata	4x4000 A	4x2000 A	4x1600 A	4x400 A	4x100 A	4x800 A	4x630 A	4x400 A	4x250 A	4x160 A

Circuito		I16	I18								
Interruttori o sezionatori	Tipo	Isomax S7 H	Emax E2 N								
	Poli - portata	4x1600 A	4x1600 A								

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Via Tito Livio, 5 - 24123 - BERGAMO (Italy)
tel. +390354175244 fax. +390354534662 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 03.072**
page 1 of 2

Apparatus
Low voltage swithchgear assembly - 3 phases + neutral - 415 V (U_e) - 690 V (U_i) - frequency 50 Hz

Designation

ArTu K

Manufacturer or responsible vendor
ABB SACE S.p.A. Automation and Distribution Boards Division - Via Italia, 58 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) Italy

Tested for: ABB SACE S.p.A.
Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with IEC/EN 60439-1:1999, CEI/EN 60439-1:2000-11

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- Verification of temperature rise-limits:
  Rated diversity factor = 1
- Verification of the dielectric properties (declared U_{imp} = 6 kV)
- Verification of the short-circuit withstand strength
- Verification of the effectiveness of the protective circuit

This document includes Report No.: 03.029
Issue Date: 2003.03.27

Responsible Certification Body

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2003.04.03

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above-mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test Instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 03.072**
Page 2 of 2

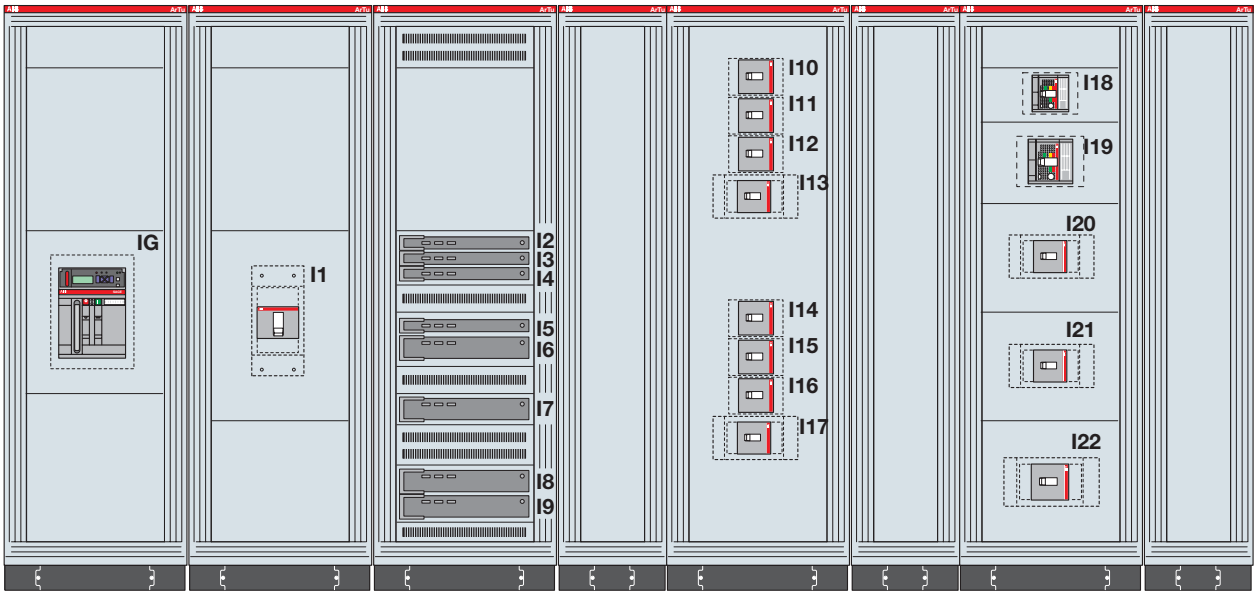
Circuit characteristics:

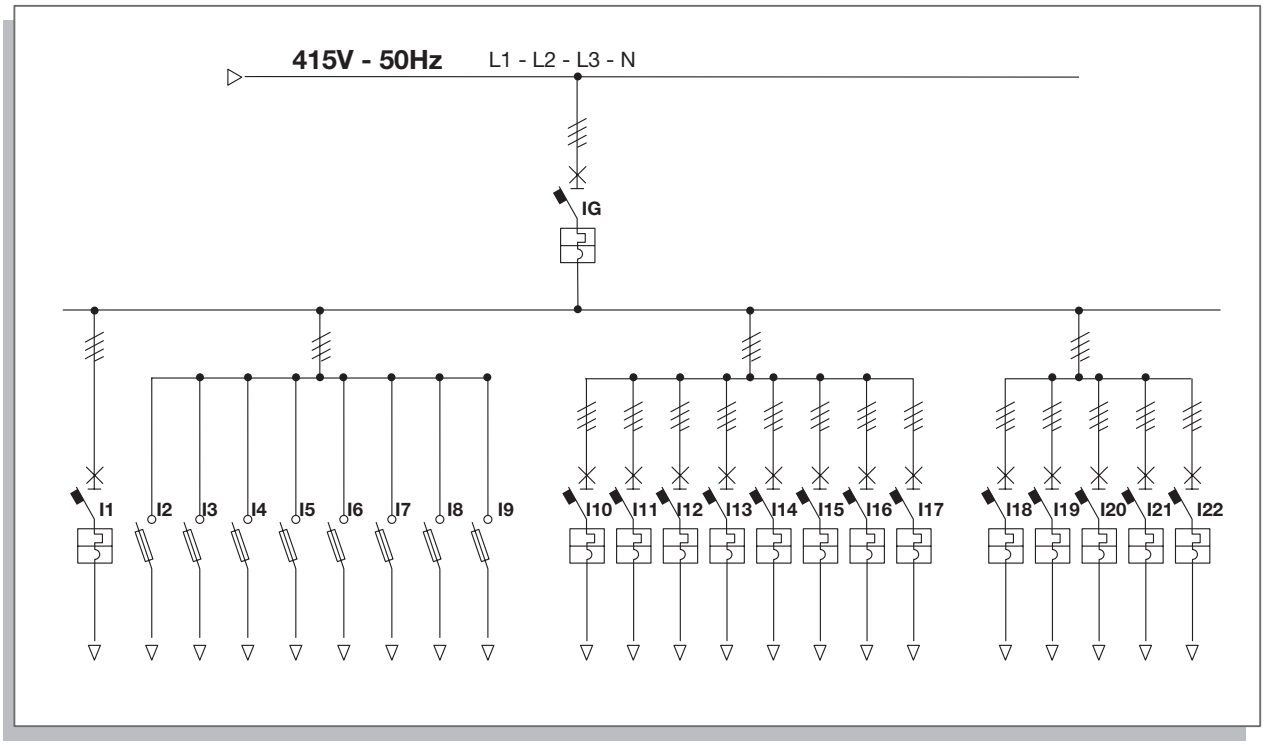
Circuit	Rated current A	Rated short-time withstand current I_{cw}/kA	Rated withstand current I_{cw}/kA	Rated conditional short-circuit current I_{cc}/kA
I G	2250	50	110	50
I 1	1098			50
I 2-I 3-I 4-I 5	113			50
I 6-I 7 I 8-I 9	175			50
I10-I11	96			50
I 12	173			50
I 13	350			50
I14-I15	96			50
I 16	173			50
I 17	350			50
I 18	128			50
I 19	200			50
I 20	320			50
I 21	400			50
I 22	640			50

Responsible Certification Body

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2003.04.03

Appendice A: certificati LOVAG ACAE

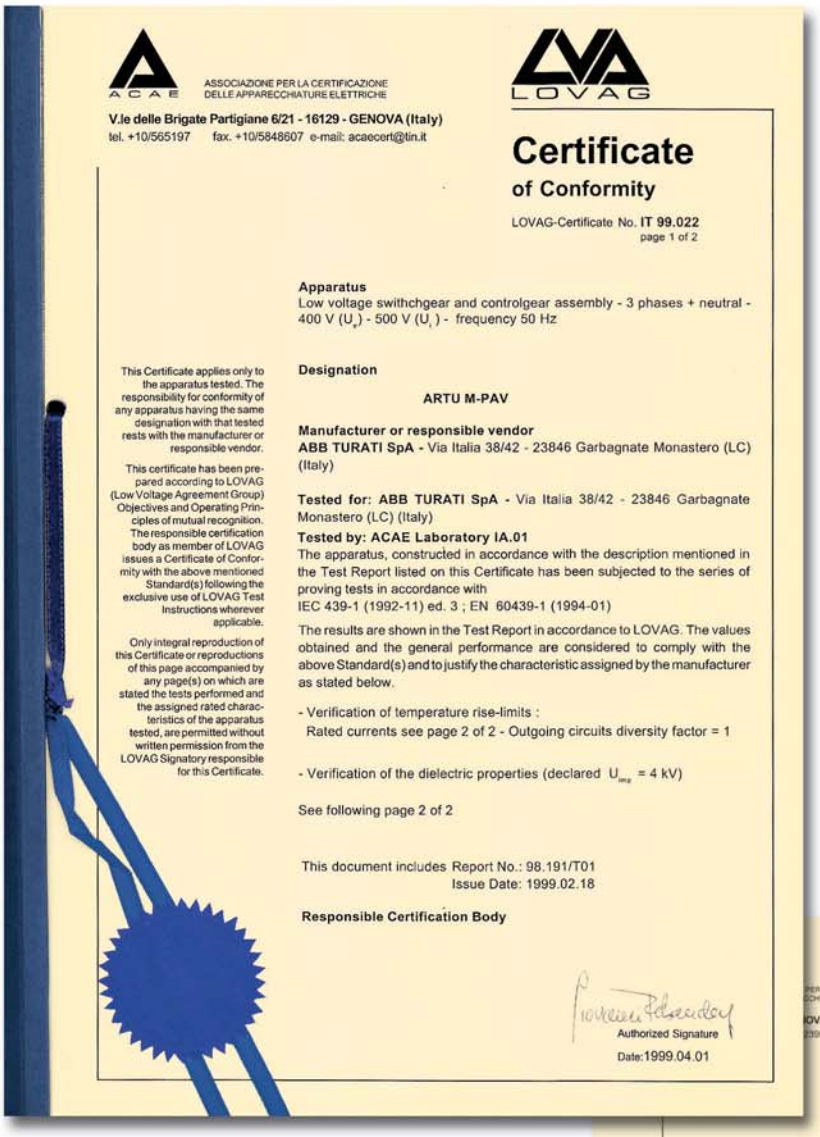




Circuito		IG	I1	I2 ÷ I5	I6 ÷ I9	I10-11	I12	I13	I14-15	I16	I17
Interruttori o sezionatori	Tipo	Emax E3 S	Isomax S7 L	Slimline	Slimline	Isomax S2 S	Isomax S3 H	Isomax S5 H	Isomax S2 S	Isomax S3 H	Isomax S5 H
	Poli - portata	4x3200 A	4x1250 A	160 A	250 A	3x160 A	3x250 A	3x500 A	3x160 A	3x250 A	3x500 A

Circuito		I18	I19	I20	I21	I22					
Interruttori o sezionatori	Tipo	Tmax T2 S	Tmax T3 S	Isomax S5 H	Isomax S5 H	Isomax S6 L					
	Poli - portata	4x250 A	4x250 A	4x400 A	4x500 A	4x800 A					

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

V.le delle Brigate Partigiane 6/21 - 16129 - GENOVA (Italy)
tel. +10/565197 fax. +10/5848607 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 99.022**
page 1 of 2

Apparatus
Low voltage swithchgear and controlgear assembly - 3 phases + neutral - 400 V (U_e) - 500 V (U_i) - frequency 50 Hz

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test Instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

Designation

ARTU M-PAV

Manufacturer or responsible vendor
ABB TURATI SpA - Via Italia 38/42 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) (Italy)

Tested for: ABB TURATI SpA - Via Italia 38/42 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) (Italy)
Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with
IEC 439-1 (1992-11) ed. 3 ; EN 60439-1 (1994-01)

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- Verification of temperature rise-limits :
  Rated currents see page 2 of 2 - Outgoing circuits diversity factor = 1

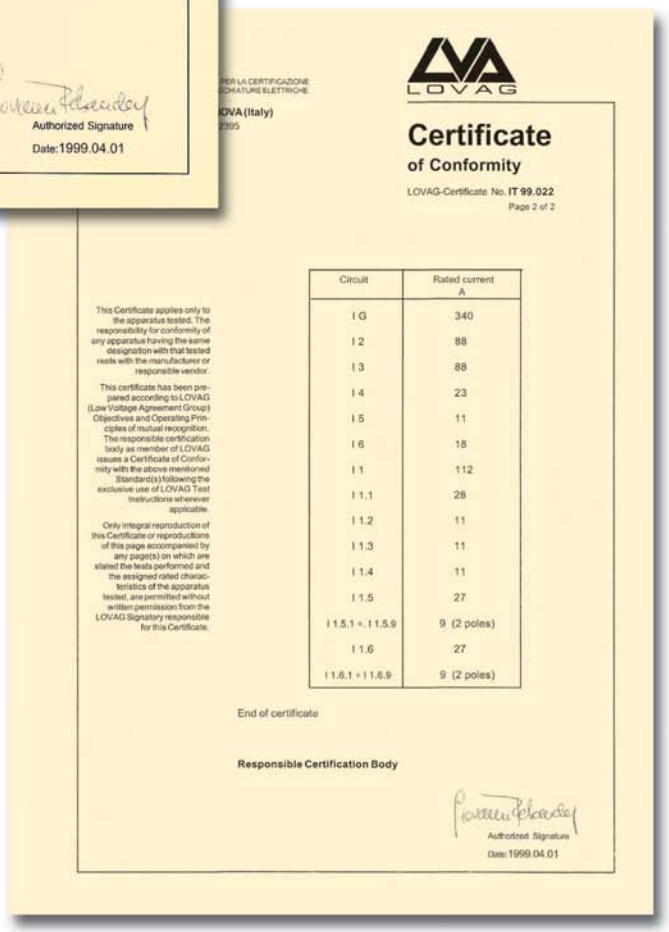
- Verification of the dielectric properties (declared U_{imp} = 4 kV)

See following page 2 of 2

This document includes Report No.: 98.191/T01
Issue Date: 1999.02.18

Responsible Certification Body

Authorized Signature
Date:1999.04.01



LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 99.022**
Page 2 of 2

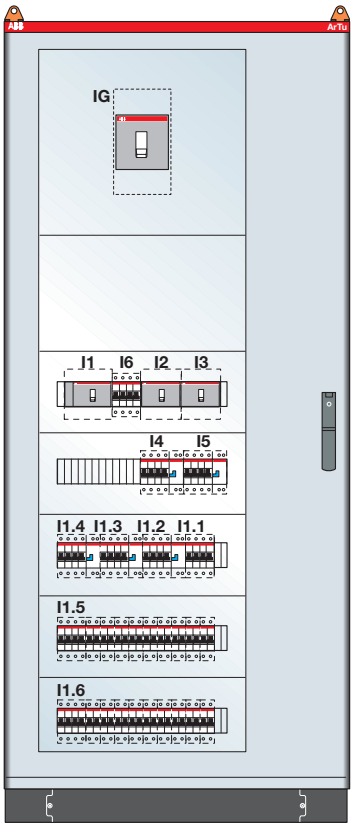
Circuit	Rated current A
I G	340
I 2	88
I 3	88
I 4	23
I 5	11
I 6	18
I 1	112
I 1.1	28
I 1.2	11
I 1.3	11
I 1.4	11
I 1.5	27
I 1.5.1 ÷ I 1.5.9	9 (2 poles)
I 1.6	27
I 1.6.1 ÷ I 1.6.9	9 (2 poles)

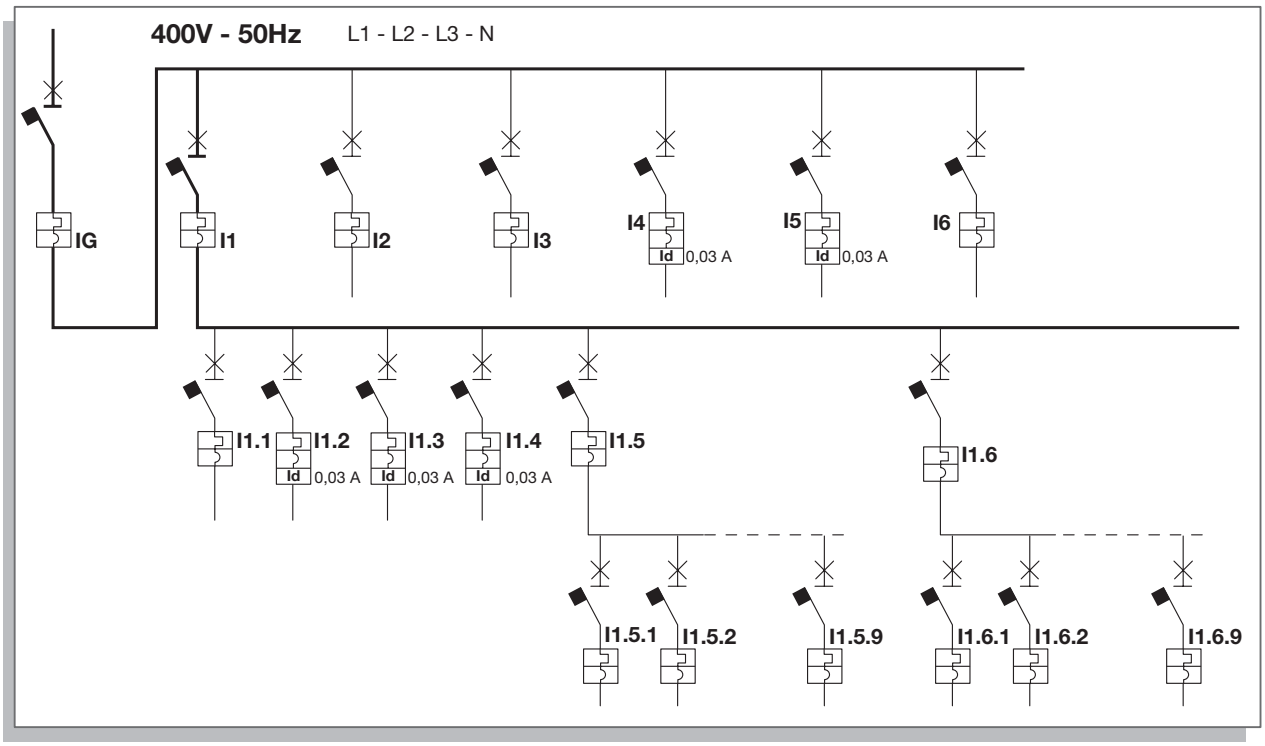
End of certificate

Responsible Certification Body

Authorized Signature
Date:1999.04.01

Appendice A: certificati LOVAG ACAE

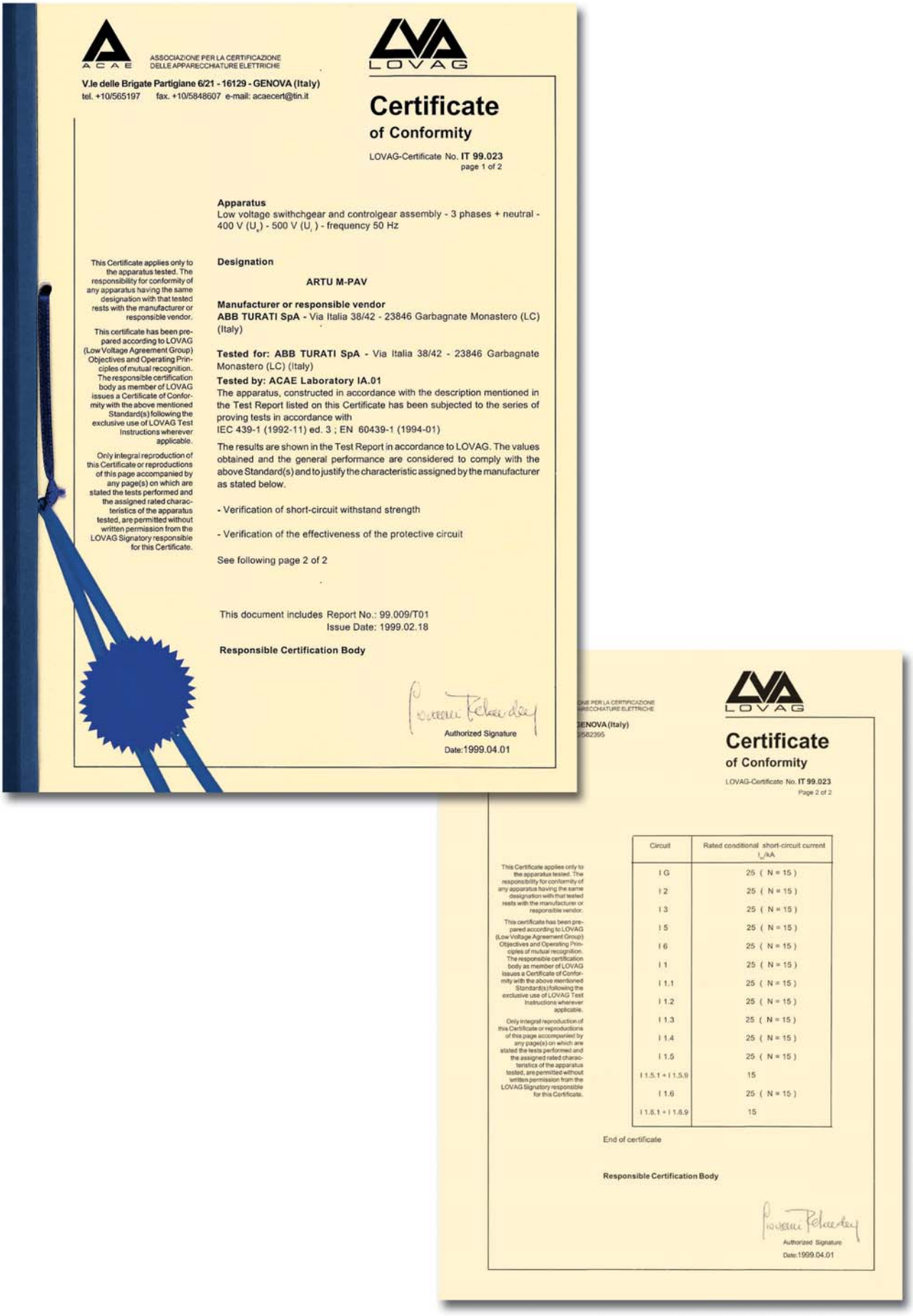




Circuito		IG	I1	I2-3	I4	I5	I6	I1.1	I1.2 ÷ I1.4	I1.5	I1.5.1 ÷ I1.5.9
Interruttori o sezionatori	Tipo	Isomax S5 N	Isomax S2 N	Isomax S1 N	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S282
	Poli - portata	4x400 A	4x160 A	4x125 A	C32 + DDA	C16 + DDA	C25	C40	C16 + DDA	C32	C10

Circuito		I1.6	I1.6.1 ÷ I1.6.9								
Interruttori o sezionatori	Tipo	Pro-*M* S284	Pro-*M* S282								
	Poli - portata	C32	C10								

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

V.le delle Brigate Partigiane 6/21 - 16129 - GENOVA (Italy)
tel. +10/565197 fax. +10/5848607 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 99.023**
page 1 of 2

Apparatus
Low voltage swithchgear and controlgear assembly - 3 phases + neutral - 400 V (U_e) - 500 V (U_i) - frequency 50 Hz

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test Instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

Designation

ARTU M-PAV

Manufacturer or responsible vendor
ABB TURATI SpA - Via Italia 38/42 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) (Italy)

Tested for: ABB TURATI SpA - Via Italia 38/42 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) (Italy)

Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with
IEC 439-1 (1992-11) ed. 3 ; EN 60439-1 (1994-01)

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- Verification of short-circuit withstand strength

- Verification of the effectiveness of the protective circuit

See following page 2 of 2

This document includes Report No.: 99.009/T01
Issue Date: 1999.02.18

Responsible Certification Body

Authorized Signature
Date:1999.04.01

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 99.023**
Page 2 of 2

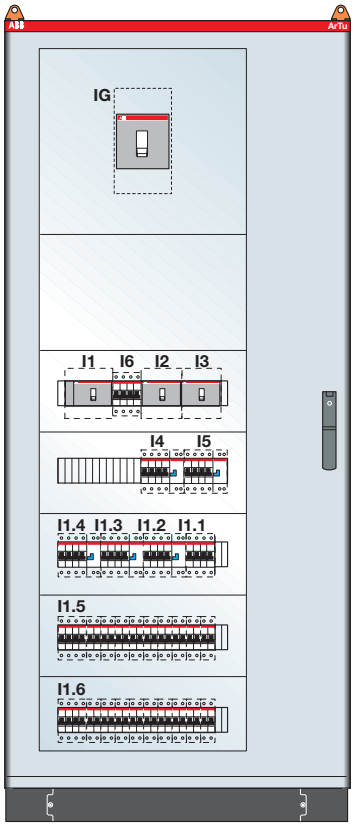
Circuit	Rated conditional short-circuit current I_{cc}/kA
I G	25 (N = 15)
I 2	25 (N = 15)
I 3	25 (N = 15)
I 5	25 (N = 15)
I 6	25 (N = 15)
I 1	25 (N = 15)
I 1.1	25 (N = 15)
I 1.2	25 (N = 15)
I 1.3	25 (N = 15)
I 1.4	25 (N = 15)
I 1.5	25 (N = 15)
I 1.5.1 + I 1.5.9	15
I 1.6	25 (N = 15)
I 1.6.1 + I 1.6.9	15

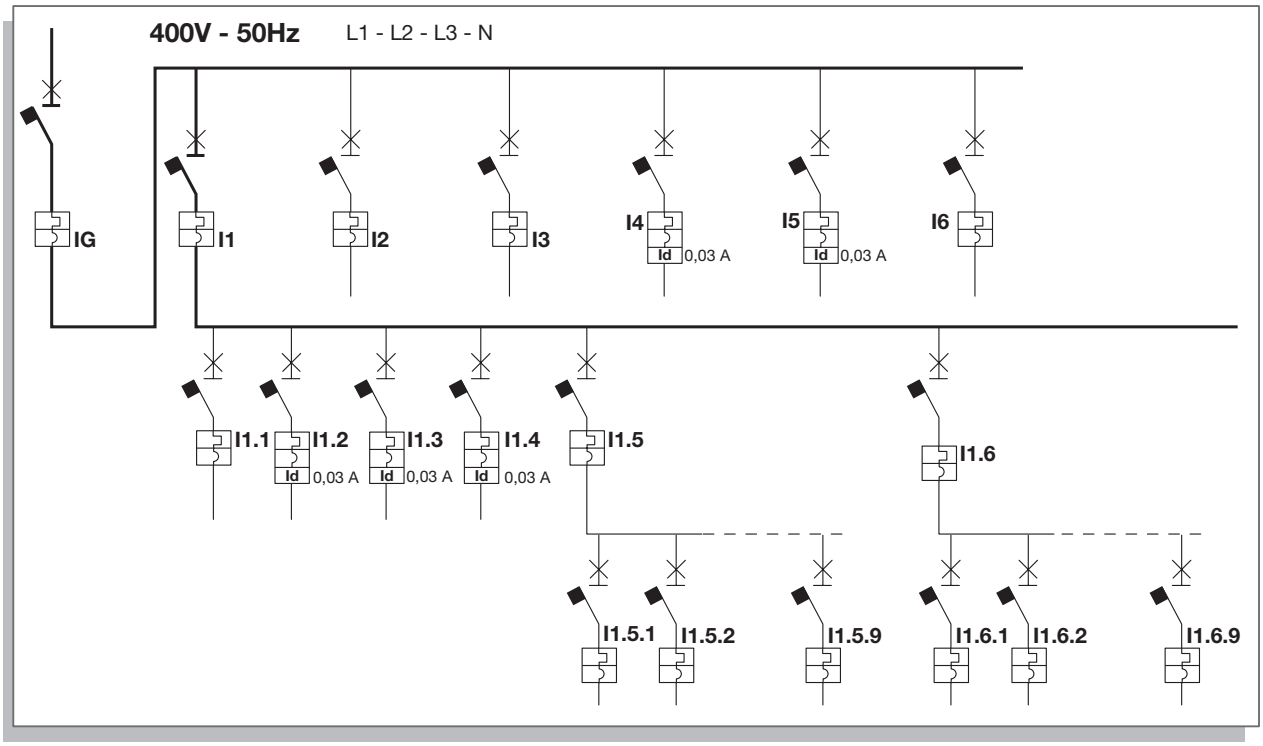
End of certificate

Responsible Certification Body

Authorized Signature
Date:1999.04.01

Appendice A: certificati LOVAG ACAE

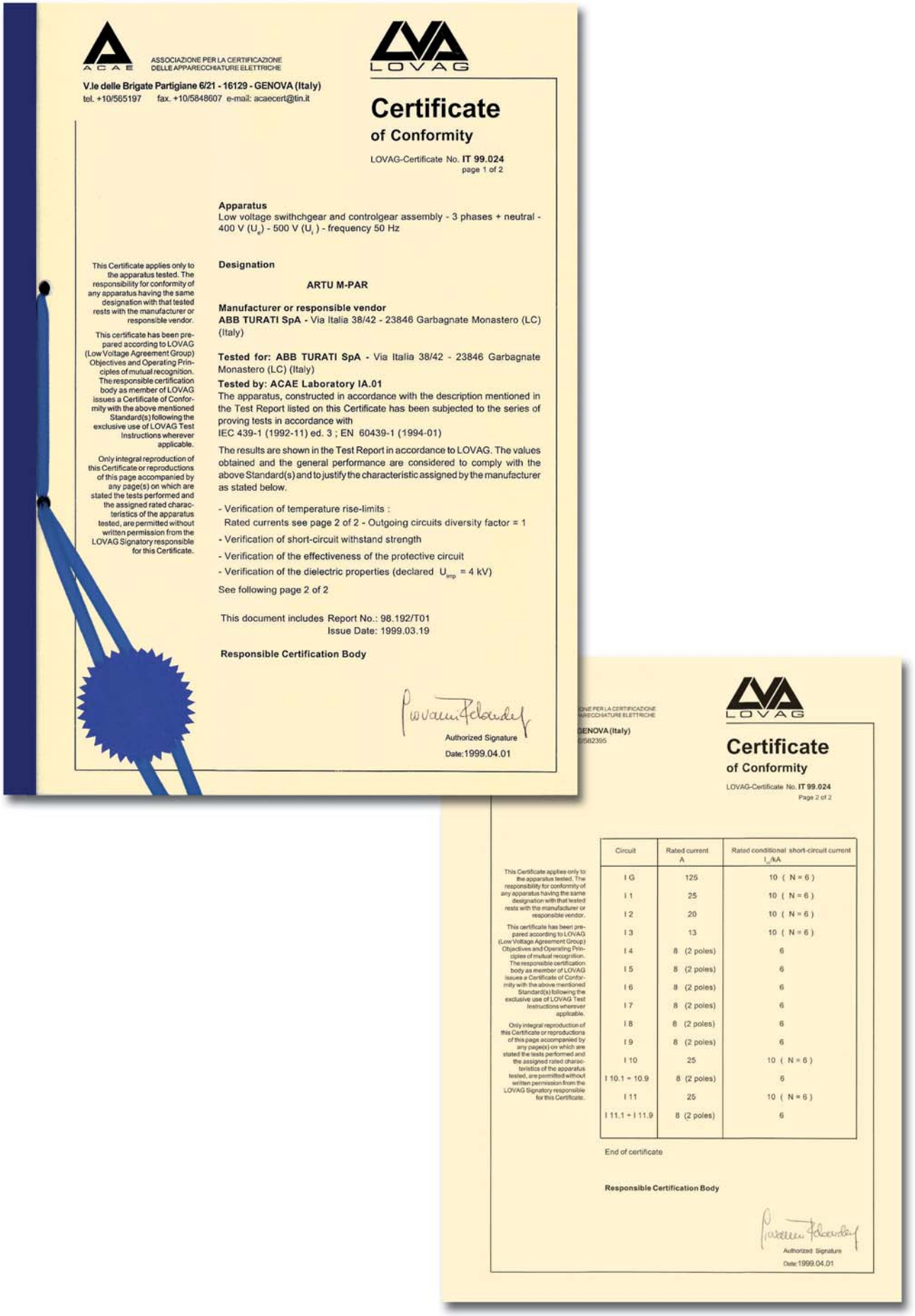




Circuito		IG	I1	I2-3	I4	I5	I6	I1.1	I1.2 ÷ I1.4	I1.5	I1.5.1 ÷ I1.5.9
Interruttori o sezionatori	Tipo	Isomax S5 N	Isomax S2 N	Isomax S1 N	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S284	Pro-*M* S282
	Poli - portata	4x400 A	4x160 A	4x125 A	C32 + DDA	C16 + DDA	C25	C40	C16 + DDA	C32	C10

Circuito		I1.6	I1.6.1 ÷ I1.6.9							
Interruttori o sezionatori	Tipo	Pro-*M* S284	Pro-*M* S282							
	Poli - portata	C32	C10							

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

V.le delle Brigate Partigiane 6/21 - 16129 - GENOVA (Italy)
tel. +10/565197 fax. +10/5848607 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 99.024**
page 1 of 2

Apparatus
Low voltage swithchgear and controlgear assembly - 3 phases + neutral - 400 V (U_e) - 500 V (U_i) - frequency 50 Hz

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test Instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

Designation

ARTU M-PAR

Manufacturer or responsible vendor
ABB TURATI SpA - Via Italia 38/42 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) (Italy)

Tested for: ABB TURATI SpA - Via Italia 38/42 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) (Italy)

Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with
IEC 439-1 (1992-11) ed. 3 ; EN 60439-1 (1994-01)

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- Verification of temperature rise-limits :
  Rated currents see page 2 of 2 - Outgoing circuits diversity factor = 1
- Verification of short-circuit withstand strength
- Verification of the effectiveness of the protective circuit
- Verification of the dielectric properties (declared U_{imp} = 4 kV)

See following page 2 of 2

This document includes Report No.: 98.192/T01
Issue Date: 1999.03.19

Responsible Certification Body

Authorized Signature
Date:1999.04.01

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 99.024**
Page 2 of 2

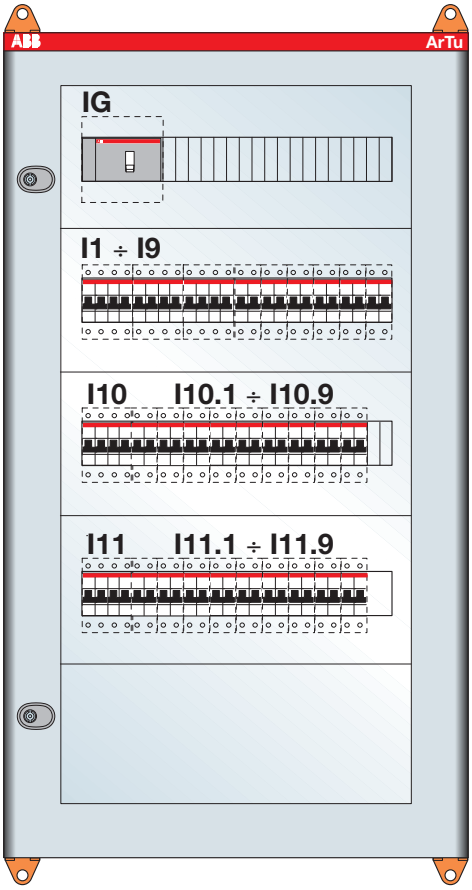
Circuit	Rated current A	Rated conditional short-circuit current I_q/kA
I G	125	10 (N = 6)
I 1	25	10 (N = 6)
I 2	20	10 (N = 6)
I 3	13	10 (N = 6)
I 4	8 (2 poles)	6
I 5	8 (2 poles)	6
I 6	8 (2 poles)	6
I 7	8 (2 poles)	6
I 8	8 (2 poles)	6
I 9	8 (2 poles)	6
I 10	25	10 (N = 6)
I 10.1 + 10.9	8 (2 poles)	6
I 11	25	10 (N = 6)
I 11.1 + I 11.9	8 (2 poles)	6

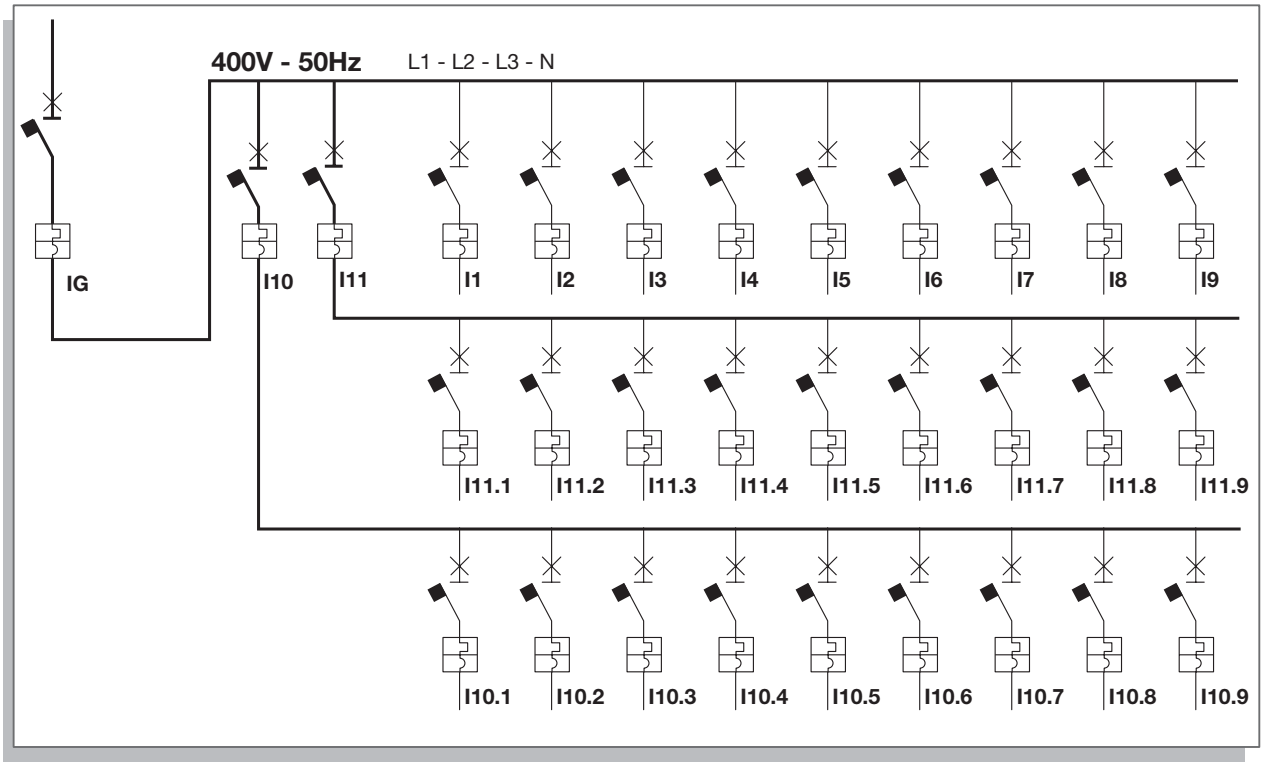
End of certificate

Responsible Certification Body

Authorized Signature
Date:1999.04.01

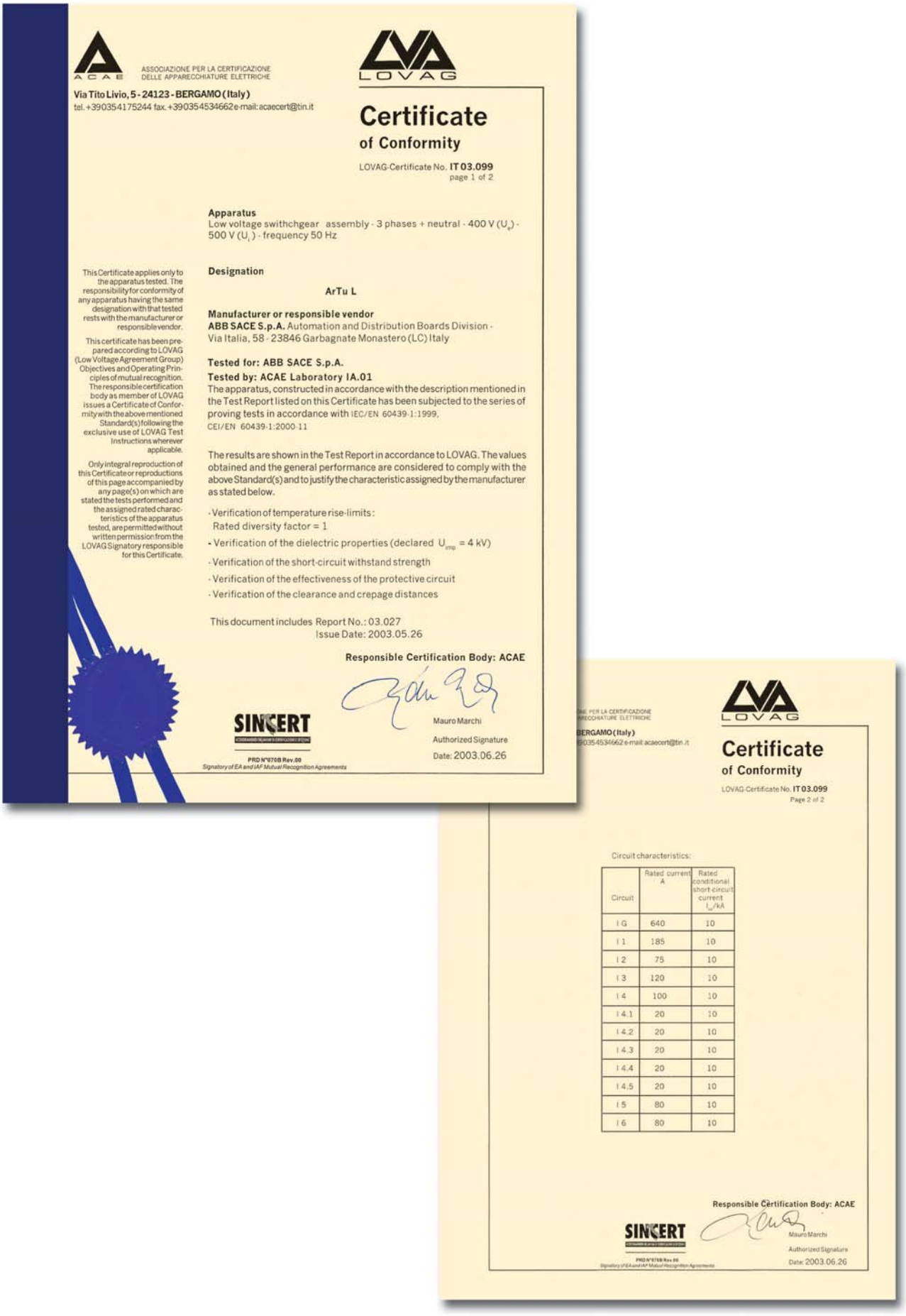
Appendice A: certificati LOVAG ACAE





Circuito		IG	I1	I2	I3	I4 ÷ I9	I10	I10.1 ÷ I10.9	I10	I11.1 ÷ I11.9
Interruttori o sezionatori	Tipo	Isomax S2 N	Pro-*M* S274	Pro-*M* S274	Pro-*M* S274	Pro-*M* S271	Pro-*M* S274	Pro-*M* S271	Pro-*M* S274	Pro-*M* S271
	Poli - portata	4x160 A	C32	C25	C16	C10	C32	C10	C32	C10

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Via Tito Livio, 5 - 24123 - BERGAMO (Italy)
tel. +390354175244 fax. +390354534662 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 03.099**
page 1 of 2

Apparatus
Low voltage swithchgear assembly - 3 phases + neutral - 400 V (U_e) - 500 V (U_i) - frequency 50 Hz

Designation

ArTu L

Manufacturer or responsible vendor
ABB SACE S.p.A. Automation and Distribution Boards Division - Via Italia, 58 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) Italy

Tested for: ABB SACE S.p.A.
Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with IEC/EN 60439-1:1999, CEI/EN 60439-1:2000-11

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- Verification of temperature rise-limits: Rated diversity factor = 1
- Verification of the dielectric properties (declared U_{imp} = 4 kV)
- Verification of the short-circuit withstand strength
- Verification of the effectiveness of the protective circuit
- Verification of the clearance and crepage distances

This document includes Report No.: 03.027
Issue Date: 2003.05.26

Responsible Certification Body: ACAE

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2003.06.26

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

SINCERT
PRD N°0708 Rev.00
Signatory of EA and IAF Mutual Recognition Agreements

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 03.099**
Page 2 of 2

Circuit characteristics:

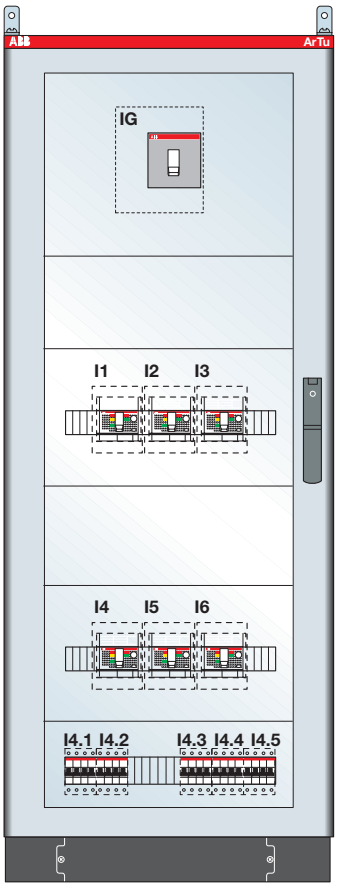
Circuit	Rated current A	Rated conditional short-circuit current I_{cc}/kA
I G	640	10
I 1	185	10
I 2	75	10
I 3	120	10
I 4	100	10
I 4.1	20	10
I 4.2	20	10
I 4.3	20	10
I 4.4	20	10
I 4.5	20	10
I 5	80	10
I 6	80	10

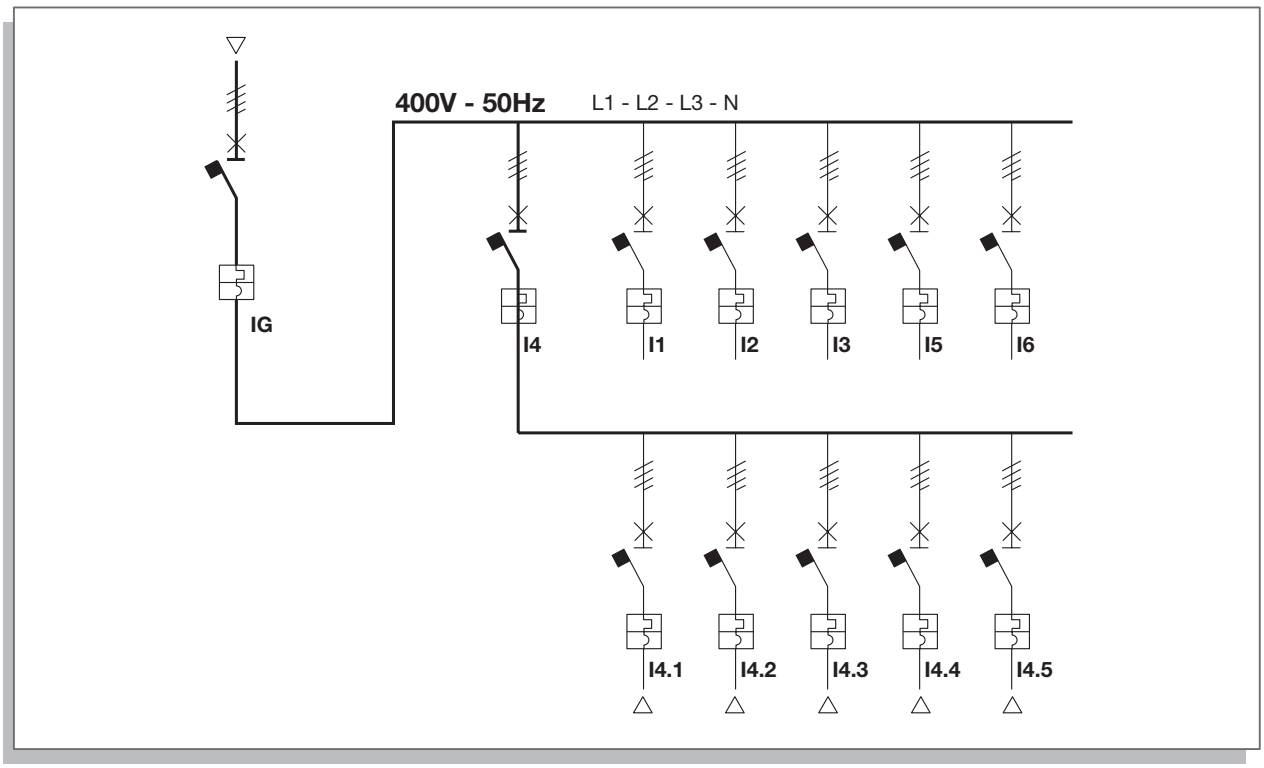
Responsible Certification Body: ACAE

SINCERT

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2003.06.26

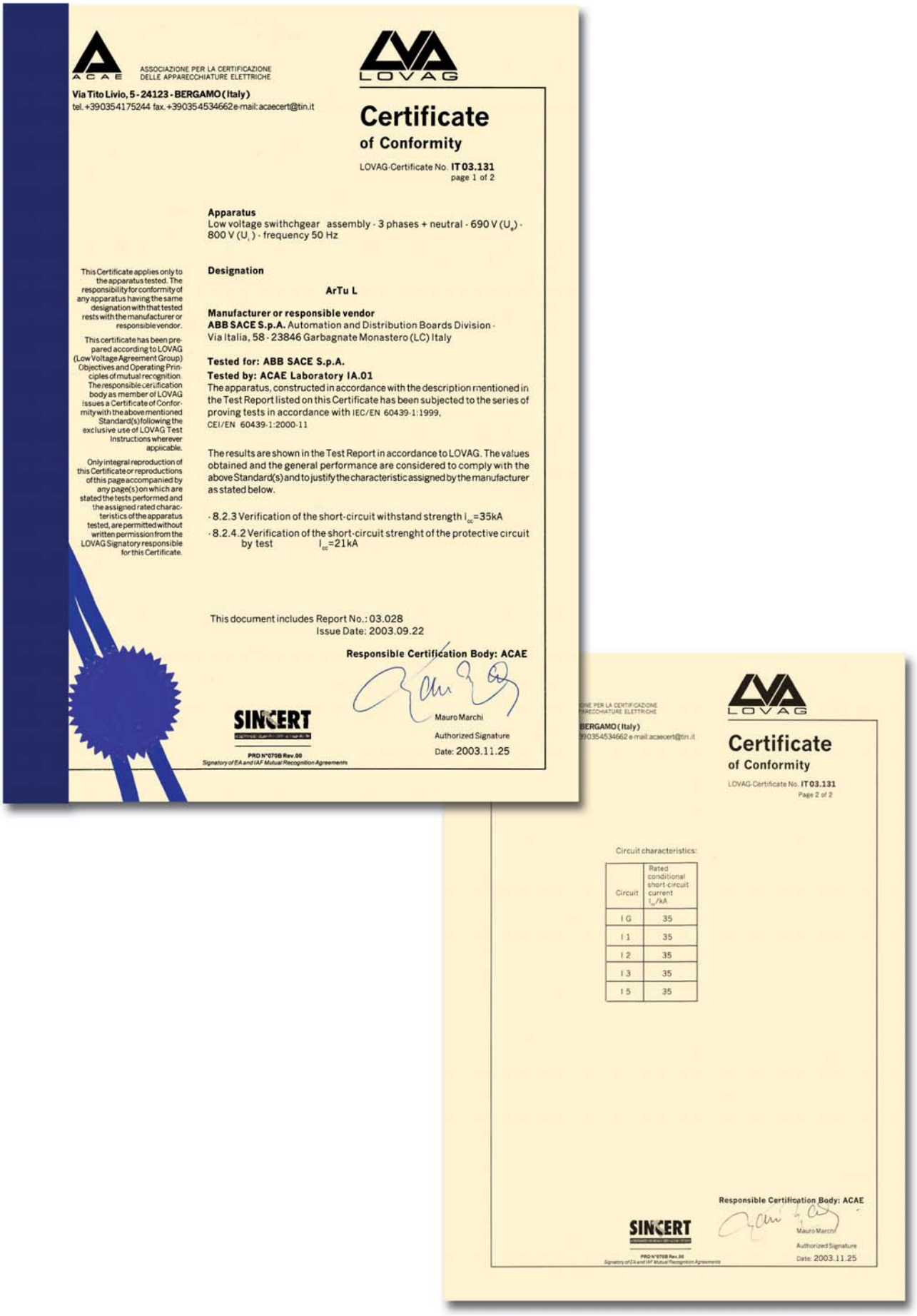
Appendice A: certificati LOVAG ACAE





Circuito		IG	I1	I2	I3-I4	I5	I6	I4.1 ÷ I4.4	I4.5		
Interruttori o sezionatori	Tipo	Isomax S6 N	Tmax T3 N	Tmax T1 N	Tmax T1 N	Tmax T2 S	Tmax T2 N	Pro-*M* S274	Pro-*M* S284		
	Poli - portata	4x800 A	4x250 A	4x125 A	4x160 A	4x160 A	4x160 A	C25	C20		

Appendice A: certificati LOVAG ACAE



ASSOCIAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Via Tito Livio, 5 - 24123 - BERGAMO (Italy)
tel. +390354175244 fax. +390354534662 e-mail: acaecert@tin.it

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 03.131**
page 1 of 2

Apparatus
Low voltage swithchgear assembly - 3 phases + neutral - 690 V (U_e) - 800 V (U_i) - frequency 50 Hz

Designation
ArTu L

Manufacturer or responsible vendor
ABB SACE S.p.A. Automation and Distribution Boards Division - Via Italia, 58 - 23846 Garbagnate Monastero (LC) Italy

Tested for: ABB SACE S.p.A.
Tested by: ACAE Laboratory IA.01
The apparatus, constructed in accordance with the description mentioned in the Test Report listed on this Certificate has been subjected to the series of proving tests in accordance with IEC/EN 60439-1:1999, CEI/EN 60439-1:2000-11

The results are shown in the Test Report in accordance to LOVAG. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s) and to justify the characteristic assigned by the manufacturer as stated below.

- 8.2.3 Verification of the short-circuit withstand strength I_{cc}=35kA
- 8.2.4.2 Verification of the short-circuit strenght of the protective circuit by test I_{cc}=21kA

This document includes Report No.: 03.028
Issue Date: 2003.09.22

Responsible Certification Body: ACAE

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2003.11.25

SINCERT
PRD N°070B Rev.00
Signatory of EA and IAF Mutual Recognition Agreements

This Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designation with that tested rests with the manufacturer or responsible vendor.

This certificate has been prepared according to LOVAG (Low Voltage Agreement Group) Objectives and Operating Principles of mutual recognition. The responsible certification body as member of LOVAG issues a Certificate of Conformity with the above mentioned Standard(s) following the exclusive use of LOVAG Test Instructions wherever applicable.

Only integral reproduction of this Certificate or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the tests performed and the assigned rated characteristics of the apparatus tested, are permitted without written permission from the LOVAG Signatory responsible for this Certificate.

LOVAG

Certificate of Conformity

LOVAG-Certificate No. **IT 03.131**
Page 2 of 2

Circuit characteristics:

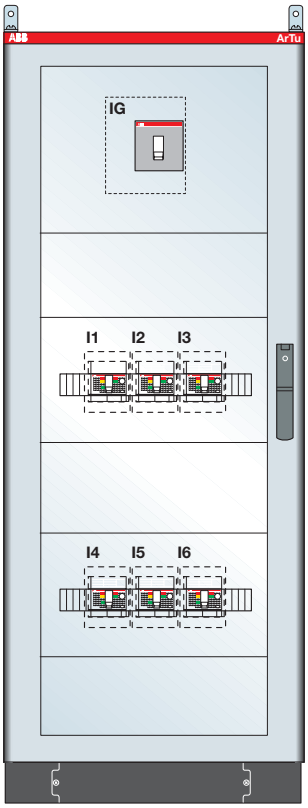
Circuit	Rated conditional short-circuit current I_{cc}/kA
I G	35
I 1	35
I 2	35
I 3	35
I 5	35

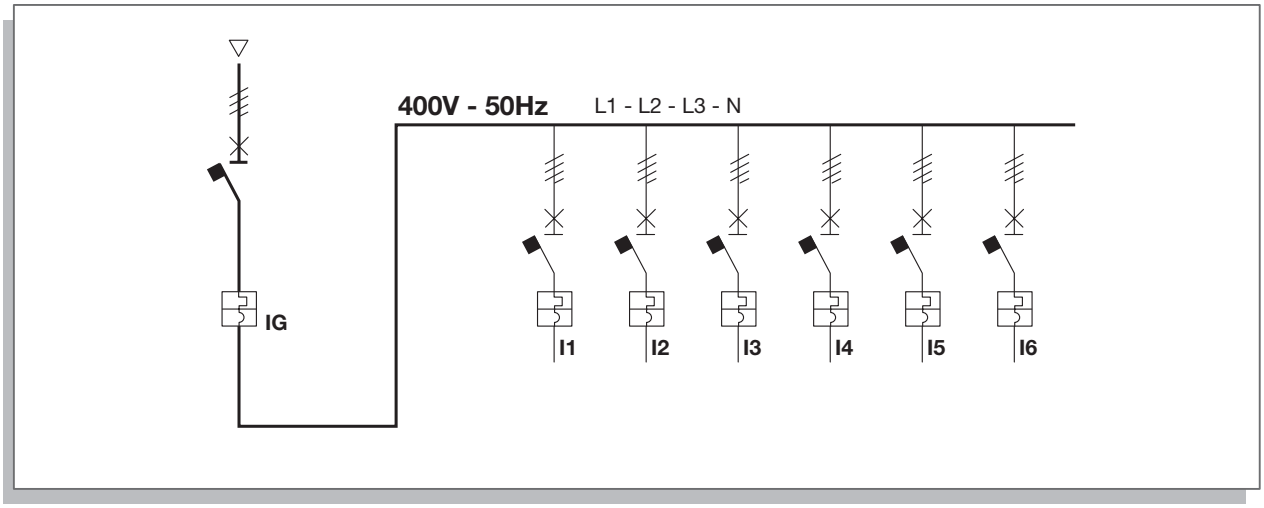
Responsible Certification Body: ACAE

Mauro Marchi
Authorized Signature
Date: 2003.11.25

SINCERT

Appendice A: certificati LOVAG ACAE





Circuito		IG	I1	I2	I3-I4	I5	I6				
Interruttori o sezionatori	Tipo	Isomax S6 N	Tmax T3 N	Tmax T1 N	Tmax T1 N	Tmax T2 S	Tmax T2 N				
	Poli - portata	4x800 A	4x250 A	4x125 A	4x160 A	4x160 A	4x160 A				

Appendice B: moduli per la dichiarazione di conformità e collaudo

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ
QUADRI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE SECONDO CEI 17-13/1
(IEC 60439-1 EN 60439-1)

La ditta .....

Con sede a .....

Costruttrice del quadro .....

.....

Dichiara, sotto la propria responsabilità, che il quadro sopra descritto è stato da noi realizzato a regola d'arte e conformemente a tutte le specifiche previste dalla Norma CEI 17-13/1 (EN 60439-1).

Dichiara inoltre di avere utilizzato componenti ABB SACE, di avere rispettato i criteri di scelta e le istruzioni di montaggio indicati sui relativi cataloghi e fogli istruzione e di non avere compromesso in alcun modo, durante il montaggio o attraverso modifiche, le prestazioni del materiale utilizzato dichiarate sui già citati cataloghi.
Tali prestazioni e le verifiche effettuate consentono quindi di dichiarare la conformità del quadro in questione alle seguenti richieste dalla norma:

Sovratemperatura ..... (rif. 8.2.1.)
Tenuta alla tensione ..... (rif. 8.2.2.)
Tenuta al corto circuito ..... (rif. 8.2.3.)
Efficienza del circuito di protezione ..... (rif. 8.2.4.)
Distanze in aria e superficiali ..... (rif 8.2.5.)
Funzionamento ..... (rif. 8.2.6.)
Grado di protezione ..... (rif. 8.2.7.)

Dichiariamo infine, sotto la nostra responsabilità, di aver effettuato con risultato positivo tutte le prove individuali previste dalla norma e precisamente:

Cablaggio e funzionamento elettrico (rif. 8.3.1.)
Isolamento (rif. 8.3.2.)
Misure di protezione (rif. 8.3.3.)
Resistenza di isolamento (rif. 8.3.4.)
in alternativa alla prova di tenuta alla tensione applicata (rif.8.2.2. solo per quadri ANS).

Data e Luogo .....

.....

Firma .....

.....
(nome completo e funzione della persona incaricata di firmare per conto del costruttore)

CERTIFICATO DI COLLAUDO
QUADRI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE - SECONDO LE PROVE INDIVIDUALI PREVISTE DALLA NORMA CEI 17-13/1
(IEC 439-1 EN 60439-1)

La ditta .....

Con sede a .....

Costruttrice del quadro .....

.....

rilascia il

CERTIFICATO DI COLLAUDO

attestando con il presente documento di aver eseguito tutte le verifiche tecniche previste dalle norme applicabili al prodotto ed in particolare quelle della Norma CEI EN 60439-1 (Classificazione CEI 17-13/1), nonché di aver adempiuto a tutti gli obblighi giuridici e normativi richiesti dalle vigenti disposizioni.

Data e Luogo .....

.....

Firma .....

.....

(nome completo e funzione della persona incaricata di firmare per conto del costruttore)

Appendice B: moduli per la dichiarazione di conformità e collaudo

DICHIARAZIONE CE DI CONFORMITÀ
QUADRI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE SECONDO CEI 17-13/1
(IEC 60439-1 EN 60439-1)

La ditta .....

Con sede a .....

Costruttrice del quadro .....

.....

Dichiara, sotto la propria responsabilità, che il quadro

tipo .....

n° di serie .....

ultime due cifre dell'anno di apposizione della marcatura .....

risulta in conformità con quanto previsto dalle seguenti direttive comunitarie (comprese le ultime modifiche), nonché con la relativa legislazione nazionale di recepimento

Riferimento n°	**Titolo**
73/23/CEE	Direttiva bassa tensione
89/336/CEE e 92/31 CEE	Direttiva compatibilità elettromagnetica [1]
93/68/CEE	Direttiva per la marcatura CE

e che è stata applicata la seguente norma armonizzata

n°	**edizione**	**titolo**	**parte**
CEI EN 60439-1	IV	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione(quadri BT) Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)	1

[1] Omettere questa Direttiva nei casi in cui l'accordo con la stessa non è richiesto.

Data e Luogo .....

.....

Firma .....

.....

(nome completo e funzione della persona incaricata di firmare per conto del costruttore)

Appendice B: moduli per la dichiarazione di conformità e collaudo

CHECK-LIST DI COLLAUDO SECONDO LE PROVE INDIVIDUALI

Cliente .....

Impianto .....

Conferma n° .....

Operazione di controllo	Unità funzionale numero										Esito
Controlli a vista	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	non applicabile
rispondenza degli apparecchi											
sezione dei conduttori											
rivestimento/trattamento sbarre											
colore/aspetto del quadro											
Controlli meccanici											
serraggio connessioni (a campione)											
circuito di potenza											
circuito secondario											
circuito di terra											
blocchi ed interblocchi											
chiusura porte											
aderenza guarnizioni											
Controlli elettrici dei circuiti e apparecchi											
comando											
protezione											
illuminazione											
riscaldamento											
segnalazione											
contatori											
misura											
spie di segnalazione											
dispositivi blocco											
continuità delle masse											
Grado di protezione											
Prova di isolamento con tensione a freq. ind.	Tensione di isolamento					Tensione di prova					
Circuiti principali											
Circuiti ausiliari											
Misura della resistenza di isolamento 500V											
Documentazione di riferimento											
norme /specifiche											
schema unifilare											
vista d'insieme											
fronte quadro											
schema ausiliari											
altri riferimenti											

Appendice B: moduli per la dichiarazione di conformità e collaudo

RAPPORTO DI PROVA INDIVIDUALE (COLLAUDO)

Cliente .....

Impianto .....

N° d'ordine .....

Tipo e identificazione del quadro

Disegno d'assieme .....

Schema funzionale .....

Altri schemi .....

Tensione nominale di impiego .....

Corrente nominale del circuito d'ingresso .....

Prove individuali effettuate secondo la Norma CEI EN 60439-1 Rif. par.		**Esito**
8.3.1	Ispezione del quadro compreso il controllo del cablaggio e se necessario, una prova di funzionamento elettrico	
8.3.2	Prova di tensione applicata (in alternativa a 8.3.4)	
8.3.3	Verifica dei mezzi di protezione e della continuità elettrica dei circuiti di protezione	
8.3.4	Verifica della resistenza di isolamento (in alternativa a 8.3.2)	

Prove effettuate presso .....

Alla presenza del Sig. .....

Il quadro in oggetto, avendo superato le prove sopra elencate, risulta conforme alla Norma CEI EN 60439-1

L'esecutore delle prove .....

SEDI E STABILIMENTI

ABB SACE S.p.A.
24123 Bergamo - Italy
Via Baioni, 35
Tel.: 035 395.111
Telefax: 035 395.306 - 395.433

Interruttori B.T.

24123 Bergamo
Via Baioni, 35
Tel.: 035 395.111
Telefax: 035 395.306 - 395.433

Stabilimenti

24123 Bergamo, Via Baioni, 35
Tel.: 035 395.111
Telefax: 035 395.306 - 395.433

03100 Frosinone,
Via Enrico Fermi, 14
Tel.: 0775 297.1
Telefax: 0775 297.210

03010 Patrica (FR)
Via Morolense Km. 9
Tel.: 0775 88091
Telefax: 0775 201922

Quadri e Sistemi di B.T.

26817 S. Martino in strada (LO)
Frazione Cà de Bolli
Tel.: 0371 453.1
Telefax: 0371 453.251 - 453.265

Stabilimenti

26817 S. Martino in strada (LO)
Frazione Cà de Bolli
Tel.:0371 453.1
Telefax: 0371 453.251 - 453.265

Apparecchi Modulari

20010 Vittuone (MI)
Viale Dell'Industria, 18
Tel.: 02 9034.1
Telefax: 02 9034.7609 - 9034.7613

Stabilimenti

20010 Vittuone (MI)
Viale Dell'Industria, 18
Tel.: 02 9034.1
Telefax: 02 9034.7609 - 9034.7613

00040 Pomezia (RM)
Via Tito Speri, 17
Tel.: 06 911641
Telefax: 06 911.64248 - 911.64249

Prodotti per Installazione

36063 Marostica (VI)
Viale Vicenza, 61
Tel.: 0424 478.200 r.a
Telefax: 0424 478.305 (It.)
-478.310 (Ex.)

Stabilimenti

36063 Marostica (VI)
Viale Vicenza, 61
Tel.: 0424 478.200 r.a
Telefax: 0424 478.320
- 478.325

Carpenterie per Automazione e Distribuzione

23846 Garbagnate M.ro (LC)
Via Italia, 58
Tel.: 031 3570.111
Telefax: 031 3570.228

Stabilimenti

23846 Garbagnate M.ro (LC)
Via Italia, 50/58
Tel.: 031 3570.111
Telefax: 031 3570.228

ORGANIZZAZIONE COMMERCIALE

Direzione Commerciale Italia
20010 VITTUONE (MI) - Italy
Viale Dell'Industria, 18
Tel.: 02 9034.1
Telefax: 02 9034.7613

RETE COMMERCIALE

ABB SACE Abruzzo & Molise
66020 S. GIOVANNI TEATINO (CH)
Via G. Amendola 188
Tel.: 085 4406146
Telefax: 085 4460268

ABB SACE Firenze
50145 FIRENZE
Via Pratese 199
Tel.: 055 302721
Telefax: 055 3027233

ABB SACE Milano
20010 VITTUONE (MI)
Viale Dell'Industria, 18
Tel.: 02 90347679
Telefax: 02 90347609

ABB SACE Napoli
80013 CASALNUOVO (NA)
Via Napoli, 125 - Centro Meridiana
Tel.: 081 8444811
Telefax: 081 8444820

ABB SACE Padova
35043 MONSELICE (PD)
Via Piave, 8
Tel.: 0429 787300 - 787410
Telefax: 0429 787314

ABB SACE Roma
00040 POMEZIA (Roma)
Via Tito Speri 17
Tel.: 06 91164 302
Telefax: 06 91164 300

ABB SACE Torino
10137 TORINO
Corso Tazzoli 189
Tel.: 011 3012 211
Telefax: 011 3012 318

ABB SACE Udine
33010 FELETTO UMBERTO (UD)
Via Cotonificio, 47
Tel.: 0432 574098 - 575705
Telefax: 0432 570318

AEB S.r.l.
40013 CASTELMAGGIORE (BO)
Via G. Di Vittorio 14
Tel.: 051 705576
Telefax: 051 705578

AGEBT S.n.c.
39031 BRUNICO (BZ)
Via Europa 7/B
Tel.: 0474 530860
Telefax: 0474 537345

DOTT. A. PASSARELLO rappresentanze S.a.s.
90141 PALERMO
Via XX Settembre 64
Tel.: 091 6256816
Telefax: 091 6250258

ELCON 2000 S.r.l
20099 SESTO S. GIOVANNI (MI)
Viale Rimembranze 93
Tel.: 02 26222622
Telefax: 02 26222307

ELETTROERRE S.r.l.
37136 VERONA
Via Evangelista Torricelli 27
Tel.: 045 8622073
Telefax: 045 8622075

ERREDUE S.n.c.
06087 PONTE S. GIOVANNI (PG)
Strada del Piano 6/Z/24
Tel.: 075 5990550
Telefax: 075 5990551

LABADINI GIANCARLO
21052 BUSTO ARSIZIO (VA)
Via Vespri Siciliani 27
Tel.: 0331 631199
Telefax: 0331 631999

MEDITER S.a.s.
16145 GENOVA
Via Piave 7
Tel.: 010 369041
Telefax: 010 3690459

MURA S.r.l.
09170 ORISTANO
Via dei Fabbri
Tel.: 0783 310313 - 298036
Telefax: 0783 310428

Nuova O.R. SUD S.r.l.
70125 BARI
Via N. Tridente 42/4
Tel.: 080 5482079
Telefax: 080 5482653

RA.EL.TE S.n.c. di Santise A. & Critelli F.
88068 SOVERATO (CZ)
Via Carcara
Tel.: 0967 521421
Telefax: 0967 521075

RIVA S.r.l.
24047 TREVIGLIO (BG)
Via P. Nenni 20
Tel.: 0363 302585
Telefax: 0363 301510

SCHIAVONI S. & C.
60127 ANCONA
Via della Tecnica 7/9
Tel.: 071 2802081
Telefax: 071 2802462

SLG S.r.l.
24100 BERGAMO
Via Camozzi 111
Tel.: 035 230466
Telefax: 035 225618

TECNOELLE S.r.l.
25128 BRESCIA
Via Trento 11
Tel. : 030 303786 r.a.-3700655 r.a.
Telefax : 030 381711

Urso Michela
90143 PALERMO
Piazza A. Gentili 12
Tel.: 091 6262412
Telefax: 091 6262000

95030 TREMESTIERI ETNEO (CT)
Via Etnea 114 - Palazzina C
Tel.: 095 7255018
Telefax: 095 7254010

Certificato N°OHS-015

Certificato N°1612/98/S

Certificato N° EMS-051

Per tener conto dell'evoluzione delle Norme e dei materiali, le caratteristiche e le dimensioni di ingombro indicate nel presente catalogo si potranno ritenere impegnative solo dopo conferma da parte di ABB SACE. È proibita la riproduzione, la memorizzazione e la trasmissione anche parziale di questa pubblicazione.

1STC802006D0901 Giugno '04
Printed in Italy
5.000/Océ Facility Services SPA/CAL

ABB SACE S.p.A.
Una società del gruppo ABB
Carpenterie per Automazione e Distribuzione
23846 Garbagnate Monastero (LC)
Via Italia, 58
Tel.: 031.3570.1 - Telefax: 031.3570.228

member of voltimum .it

http://bol.it.abb.com
Tutte le soluzioni
per la Bassa Tensione
e l'Automazione.